HAL
open science

Changements socio-environnementaux et évolution des pratiques agropastorales en Afrique sahélienne : étude comparée entre le Ferlo (Sénégal), le Gourma (Mali) et le Fakara (Niger).

Oumar Marega

▶ **To cite this version:**

Oumar Marega. Changements socio-environnementaux et évolution des pratiques agropastorales en Afrique sahélienne : étude comparée entre le Ferlo (Sénégal), le Gourma (Mali) et le Fakara (Niger).. Géographie. Université paris Diderot-Paris 7; UMR 8586 PRODIG-CNRS, 2016. Français. NNT : . tel-01783159

HAL Id: tel-01783159

https://theses.hal.science/tel-01783159

Submitted on 2 May 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

UMR 8586

UNIVERSITE PARIS DIDEROT (Paris 7)/SORBONNE PARIS CITE

ECOLE DOCTORALE : Economies, Espaces, Sociétés, Civilisations :

pensée critique, politique et pratiques sociales (ED 382)

THÈSE DE DOCTORAT

Géographie et environnement

MAREGA Oumar

Changements socio-environnementaux et évolution des pratiques agropastorales en Afrique sahélienne : étude comparée entre le Ferlo (Sénégal), le Gourma (Mali) et le Fakara (Niger)

Thèse dirigée par **Catherine MERING**

Soutenue le 25 Octobre 2016

JURY

Mme Catherine MERING, *Professeur, Université Paris Diderot-Paris 7 (LIED)*	Directrice de thèse
M. Frédéric ALEXANDRE, *Professeur, Université Paris 13 (PLEIADE)*	Co-directeur de thèse
M. Laurent FARET, *Professeur, Université Paris Diderot-Paris 7 (CESSMA)*	Président
M. Luc DESCROIX, *Directeur de Recherche, IRD (PALOC)*	Rapporteur
M. Jean Louis YENGUE, *Maître de conférences-HDR, Université de Tours (CITERES)*	Rapporteur
Mme Florence BOYER, *Chargée de recherche, IRD (URMIS)*	Examinatrice
Mme Isabelle DROY, *Chargée de recherche, IRD (UMI-RESILIENCES)*	Examinatrice
M. Julien ANDRIEU, *Maître de conférences, Université de Nice Sophia Antipolis (ESPACE)*	Examinateur

REMERCIEMENTS

A travers ces quelques lignes, je tiens à remercier tous ceux qui de près ou de loin m'ont aidé directement ou indirectement pour la réussite de ce travail de recherche. Tout d'abord j'exprime toute ma gratitude à mes deux directeurs de recherche Catherine MERING, professeur à l'Université de Paris Diderot-Paris 7 (UMR LIED) et Frédéric ALEXANDRE, professeur à l'Université de Paris 13-Nord (PLEIADE), pour avoir accepté de m'encadrer, pour avoir œuvré afin que je puisse être dans les meilleures conditions de travail, pour leur rigueur intellectuelle et scientifique qui m'ont permis de progresser et de mener à bien cette recherche.

Merci à mes deux rapporteurs : Luc DESCROIX, directeur de recherche à l'IRD (UMR-PALOC-MNHN) et à Jean Louis YENGUE, maître de conférences-HDR à l'Université de Tours (UMR CITERES) pour leurs critiques constructives qui m'ont permis d'améliorer le manuscrit. Je tiens à exprimer ma reconnaissance à l'ensemble des autres membres ayant accepté de participer au jury de cette thèse : Julien ANDRIEU, maître de conférences à l'Université de Nice Sophia Antipolis (UMR ESPACE), Florence BOYER, chargée de recherche à l'IRD (UMR-URMIS), Isabelle DROY, chargée de recherche à l'IRD (UMI-RESILIENCES), Laurent FARET, professeur à l'Université de Paris-Diderot-Paris 7 (UMR CESSMA). Je compte sur les critiques et discussions qu'ils porteront sur ce travail pour un débat fructueux me permettant par la suite d'améliorer ce manuscrit ainsi que mes travaux futurs. Un grand merci à André SALEM, professeur émérite à l'Université Sorbonne nouvelle-Paris 3, pour m'avoir ouvert la voie aux statistiques textuelles et à qui je dois ma maîtrise du logiciel LEXICO. Je remercie également François STUCK, ingénieur de recherche à l'INALO (ERTIM), Mathieu VALETTE, professeur à l'INACO (ERTIM) pour les appuis et conseils qu'ils m'ont apportés sur les outils et les techniques de traitement automatique des langues.

Chaleureux merci à mon cher ami Ababacar FALL de l'Ecole Polytechnique de Thiès-Sénégal, compagnon de terrain, compagnon de galère. Les poussières des sols rouges latéritiques entre Dahra et Téssékré ne t'ont pas épargné à bord de notre taxi brousse, mais le trajet en valait la chandelle ! Toute ma reconnaissance à mes amis et collègues Tidiane SANE et Oumar SY de l'Université de Ziguinchor-Sénégal. Merci à Marilène LEMOINE et Bénoit TOULOUSE, amis et compagnons de terrain avec qui j'ai sillonné le Gourma malien à la collecte de données. Merci à toute l'équipe du Pôle Image de l'Université Paris Diderot-Paris 7. Cette structure est une plate forme qui incarne l'interdisciplinarité et permet une complémentarité formidable entre les enseignants-chercheurs, les doctorants et les étudiants stagiaires. Grâce à cette plate forme, j'ai acquis des compétences riches et variées dans la maîtrise de divers outils de Cartographie, SIG, Télédétection qui m'ont été très utiles tout au long de ces années de thèse. Merci particulièrement à José SAN EMETERIO, Miléna PALIBRSK, Sonia RANDRIANARISOA, Erika UPEGUI, Johanna BARO, Cecilia BOBEE, Sarah

BARTOLAMIOL, Gwenaëlle JANTY, Lamia KORSO, Ibrahima DIEDHIOU, Rodrigue HOUESSE, Romain COURAULT.

Merci à mes collègues et amis des UMR PRODIG, LADYSS pour les échanges et précieux conseils que j'ai pu avoir auprès des uns et des autres. J'exprime en particulier toute ma reconnaissance à Nicolas DELBART, Emilie LAVIE, Clélia BILODEAU et Etienne GRESILLON, tous maîtres de conférences à l'Université Paris-Diderot-Paris7. A travers Laurent BRUCKMANN, Lucile ETIENNE, Rémi De MATOS-MACHADO, Louis RENOUARD, Romain PERRIER, je remercie tous les doctorants de PRODIG Paris 7. Merci à Catherine RHEIN, directrice de recherche au CNRS pour ses conseils avisés, son aide et sa grande gentillesse qui ne m'ont pas fait défaut.

J'exprime toute ma reconnaissance à mon ami et frère Aboubacar KANAKOMO, pour son attentive relecture critique, pour les discussions riches qui ont nourri mes réflexions dans l'avancée de ce travail. MERCI POUR TOUT. Mes remerciements vont également à l'endroit de mes camarades et amis: Hawa COULIBALY (Université de Paris-Diderot-Paris 7), Boulaye KEITA (Université de Bamako-Mali), Cheick Lo FALL (Université de Bordeaux), Moctar DIOUF et Fabien ROUSSEL (Université de Paris 13-Nord). A tous ceux dont les noms ne sont pas cités ici par omission involontaire, et qui m'ont accompagné dans cette aventure, qu'ils reçoivent ici mes sincères remerciements.

Hommage à feu Jean Baptiste NDONG (Climatologue, Université Cheick Anta Diop de Dakar-Sénégal), qui avait manifesté à plusieurs reprises sa volonté de relire quelques chapitres de ce manuscrit. Malheureusement la vie en a décidé autrement. Hommage également à l'ancien chef de village de la commune de Hombori, qui nous avait offert son hospitalité pour la bonne conduite de nos enquêtes dans la région du Gourma. Quelques mois plus tard, il est tombé sous les balles des bandits armés qui déstabilisent aujourd'hui le Mali.

Enfin je dédie ce travail à mes parents, mes frères et soeurs pour leurs soutiens constants malgré la distance entre Bamako et Paris. MERCI POUR TOUT. Dédicace aux agropasteurs du Ferlo, du Gourma et du Fakara.

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS ____ *3*

LISTE DES FIGURES ____ *10*

LISTE DES TABLEAUX ____ *16*

LISTE DES ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES ____ *17*

INTRODUCTION GENERALE ____ *19*

PREMIERE PARTIE : Pastoralisme et question socio-environnementale aux échelles macro et micro-régionales ____ *25*

Chapitre 1 Cadre bioclimatique à l'échelle macro-régionale, définition des micro-régions d'étude ____ *27*

1.1 Le contexte climatique à l'échelle macro-régionale ____ **28**

1.1.1 La mousson ouest-africaine : principes, mécanismes et caractéristiques ____ 28

1.1.2 Variabilité spatio-temporelle des pluies de mousson ____ 30

1.1.3 Evolution de la pluviométrie à l'échelle de la macro-région sahélienne ____ 31

1.1.4 Le climat sahélien : impacts des changements sur la disponibilité des ressources ____ 33

1.2 La végétation et sa distribution spatiale en fonction du climat et des sols ____ **34**

1.2.1 Zonation bioclimatique de la végétation à l'échelle macro-régionale ____ 34

1.2.2 Les formations végétales dominantes ____ 36

1.2.2.1 Les steppes ____ 36

1.2.2.2 La brousse tigrée ____ 38

1.2.2.3 Organisation spatiale de la végétation en fonction des sols ____ 39

1.3 Les micro-régions d'étude : définitions et caractéristiques socio-environnementales ____ **41**

1.3.1 La micro-région du Ferlo ____ 43

1.3.2 La micro-région du Gourma ____ 47

1.3.3 La micro-région du Fakara ____ 50

Chapitre 2: La question socio-environnementale dans les micro-régions étudiées ____ *55*

2.1 Des agroécosystèmes en mutation : entre changements et crises climatiques, désertification et reverdissement ____ **55**

2.1.1 Changements et crises climatiques ____ 55

2.1.2 Entre désertification et reverdissement : le devenir des trois micro-régions ____ 57

2.2 Contexte sociodémographique et pression des activités agropastorales sur les ressources ____ **60**

2.2.1 Le cas du Ferlo sénégalais ____ 61

2.2.2 Le cas du Gourma malien ____ 64

2.2.3 Le cas du Fakara nigérien ____ 67

2.3 Les contextes politiques et leurs implications en matière de gestion des ressources agropastorales ____ **70**

2.3.1 Politiques publiques et gestion des espaces agropastoraux dans le Ferlo (Sénégal) ____ 73

2.3.2 Politiques publiques et gestion des espaces agropastoraux dans le Gourma (Mali) ____ 75

2.3.3 Politiques publiques et gestion des espaces agropastoraux dans le Fakara nigérien 78

Chapitre 3 : Cadre théorique, conceptuel et démarche méthodologique générale *82*

3.1 Vulnérabilité et adaptabilité des systèmes agropastoraux sahéliens : de quoi parle-t-on ? 82

3.1.1 L'élevage sahélien face à la question de la vulnérabilité 84

3.1.2 Les facteurs de vulnérabilité de l'élevage 85

3.2 L'adaptabilité de l'élevage 86

3.3 Approche méthodologique de la vulnérabilité et de l'adaptabilité des systèmes agropastoraux sahéliens 87

3.3.1 Cartographie des changements de la couverture du sol par la végétation : apport de la télédétection 87

3.3.1.1 Les types de ressources fourragères à cartographier et à quantifier 88

3.3.1.2 Apport de la télédétection 89

3.3.2 Apport des enquêtes de terrain 90

CONCLUSION PARTIE 1 *92*

DEUXIEME PARTIE: Etude de l'occupation du sol aux échelles régionales et locales *94*

Chapitre 4 : La télédétection : les données et méthode d'analyse *96*

4.1 Les données utilisées 98

4.2 Méthode d'analyse des images satellites 100

4.2.1 Objectifs et nomenclature des types d'occupation du sol 100

4.2.2 Choix de la méthode 108

4.3 Description et application de la méthode de traitement : exemple détaillé de la scène du 11/09/2001, Fakara nigérien 109

4.3.1 Méthode analogique : interprétation des compositions colorées 109

4.3.2 Classification non dirigée basée sur l'algorithme des Nuées Dynamiques 112

Chapitre 5: Résultats de la cartographie de l'occupation du sol dans les trois micro-régions *130*

5.1 Résultats de la cartographie de l'occupation du sol à l'échelle régionale 131

5.1.1 Occupation du sol dans la micro-région du Ferlo (Sénégal) 131

5.1.2 Occupation du sol dans de la micro-région du Gourma (Mali) 136

5.1.3 Occupation du sol dans la région du Fakara (Niger) 140

5.2 Résultats de la cartographie de l'occupation du sol à l'échelle locale 145

5.2.1 Occupation du sol à l'échelle de la commune de Tésséké (1973-1999-2010) 145

5.2.2 Occupation du sol à l'échelle de la commune de Hombori (Gourma, Mali) 150

5.2.3 Occupation du sol à l'échelle de la commune de Dantiandou (Fakara du Niger) 156

5.3 Synthèse comparée des résultats aux échelles micro-régionales et locales 161

5.3.1 Comparaison inter-régionale des tendances de l'occupation du sol (échelle micro-régionale) 161

5.3.2 Comparaison intra-régionale des tendances de l'occupation du sol (échelle locale) 163

Chapitre 6: Evolution de l'occupation du sol: spatialisation et quantification des changements ____ *166*

6.1 Méthode d'élaboration des cartes diachroniques ____ **167**

6.2 Analyse multi-scalaire des changements d'occupation du sol ____ **168**

6.2.1 Spatialisation et quantification des changements aux échelles micro-régionale et locale dans le Ferlo sénégalais. ____ 168

6.2.2 Spatialisation et quantification des changements aux échelles micro-régionale et locale dans le Gourma malien ____ 174

6.2.3 Spatialisation et quantification des changements aux échelles micro-régionale et locale dans le Fakara nigérien ____ 180

6.3 Synthèse comparée des tendances et des facteurs explicatifs possibles ____ **186**

6.3.1 Végétation et précipitations dans le Ferlo ____ 186

6.3.2 Végétation et précipitations dans le Gourma ____ 188

6.3.3 Végétation et précipitations dans le Fakara nigérien ____ 189

CONCLUSION PARTIE 2 ____ *192*

TROISIEME PARTIE: Changements socio-environnementaux et rapports à l'espace: perceptions, pratiques et stratégies d'adaptation ____ *194*

Chapitre 7: L'espace et ses représentations chez les pasteurs et agropasteurs des trois micro-régions ____ *196*

7.1 L'espace et ses représentations dans les microrégions d'étude ____ **196**

7.2 Rapport à l'espace et stratégies d'adaptation : la question de la transhumance ____ **198**

7.2.1 Contexte général et évolution de la transhumance ____ 199

7.2.2 Evolution de la transhumance dans le Ferlo ____ 201

7.2.3 Evolution de la transhumance dans le Gourma ____ 203

7.2.4 Evolution de la transhumance dans le Fakara nigérien ____ 205

7.2.5 Autres formes d'adaptation au risque socio-environnemental dans les trois micro-régions d'étude ____ 207

7.3 Les reconfigurations des systèmes sociaux et des territoires dans les trois micro-régions ____ **209**

Chapitre 8: Méthodes d'enquête de terrain et d'analyse des données ____ *213*

8.1 Méthodes d'enquêtes de terrain ____ **213**

8.1.1 Entretiens semi-dirigés et observations directes ____ 214

8.1.2 Comment rencontrer les acteurs locaux ? ____ 215

8.1.3 Des entretiens multilingues ____ 221

8.1.4 Recueil des données et phase préparatoire à l'analyse des entretiens ____ 223

8.2 Méthodes d'analyse des entretiens ____ **225**

8.2.1 Les analyses de contenu ____ 225

8.2.2 Les analyses textométriques ____ 226

Chapitre 9: Perceptions des dynamiques socio-environnementales au Sahel: cas d'étude appliqué à la vulnérabilité, l'adaptabilité et la résilience des agropasteurs et des agro-écosystèmes du Fakara nigérien. ____ *236*

9.1 Caractéristiques générales du corpus Fakara _____ 236

9.2 Perceptions des ressources et des activités : analyse des discours par village _____ 239

9.2.1 Spécificités des perceptions par rapport au ressources fourragères _____ 243

9.2.2 Ressources fourragères et impacts des activités anthropiques _____ 252

9.2.3 Perceptions des ressources en eau _____ 255

9.2.4 Perceptions des activités d'élevage dans le Fakara _____ 260

9.3 Evolution des stratégies d'adaptation des éleveurs du Fakara _____ 266

Chapitre 10: Résultats d'enquêtes dans les micro-régions du Ferlo et du Gourma _____ 272

10.1 Analyse des résultats d'enquêtes dans le Ferlo _____ 272

10.1.1 Caractéristiques générales du corpus d'entretiens « Ferlo » _____ 272

10.1.2 Perceptions des ressources pastorales par les agropasteurs du Ferlo _____ 274

10.1.3 Perceptions de la vulnérabilité des pâturages par les agropasteurs du Ferlo _____ 283

10.1.4 Perceptions des activités et stratégies d'adaptation des agropasteurs _____ 295

10.1.4.1 Perceptions des activités et rapports sociaux entre agropasteurs _____ 295

10.1.4.2 Stratégies d'adaptation des agropasteurs du Ferlo _____ 300

10.2 Analyse des résultats d'enquêtes dans le Gourma _____ 307

10.2.1 Caractéristiques générales du corpus d'entretiens du Gourma _____ 307

10.2.2 Perceptions des ressources pastorales par les agropasteurs du Gourma _____ 308

10.2.3 Perceptions de la vulnérabilité des pâturages par les agropasteurs du Gourma _____ 316

10.2.4 Perceptions des activités et stratégies d'adaptation des agropasteurs _____ 323

10.2.4.1 Perceptions des activités et rapports sociaux entre agropasteurs _____ 323

10.2.4.2 Stratégies d'adaptation des agropasteurs du Gourma _____ 327

10.3 Comparaison des résultats des enquêtes dans le Ferlo et le Gourma _____ 333

10.3.1 Les spécificités lexicales des deux micro-régions _____ 333

10.3.2 Les points de convergences entre les deux micro-régions _____ 343

CONCLUSION PARTIE 3 _____ 347

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES _____ 348

BIBLIOGRAPHIE _____ 356

ANNEXES _____ 387

ANNEXE 1: *Cartographie de l'occupation du sol sur l'axe sahelien Ferlo-Gourma Fakara _____ 388*

ANNEXE 2: *Coefficient de variation du NDVI Modis à l'échelle du Sahel sur la période 2001-2009 _____ 390*

ANNEXE 3 : *Guide thématique des enquêtes _____ 392*

ABSTRACT: _____ 399

RÉSUMÉ : _____ 400

LISTE DES FIGURES

Figure n°1. 1: *Situation des micro-régions étudiées au sein de la macro-région sahélienne* _____ *27*
Figure n°1. 2: *La mousson : interaction océan-continent*
(Source http://www.amma-international.org/spip.php?article37) _____ *28*
Figure n°1. 3: *Arrivée d'une ligne de grain à Hombori (Mali), Août 2005,*
(Source: GUICHARD, Françoise / KERGOAT, Laurent / CNRS Photothèque*)* _____ *29*
Figure n°1. 4: *Le cycle de la mousson en Afrique de l'ouest.*
(Source : Atlas de l'intégration régionale en Afrique de l'Ouest, CEDEAO- CSAO/OCDE, 2006) _____ *30*
Figure n°1. 5: *Variation interannuelle des précipitations au Sahel entre 1900 et 2012.*
(Source: Université de Washington, NOAA, NCDC, Global Historical Climatology Network data, 2012) _____ *31*
Figure n°1. 6: *Normale pluviométrique durant la période 1961-1990 et isohyètes de la période 1991-2009 (données mesurées) (Source : Touré et al, 2012, in Atlas SIPSA, 2012)* _____ *32*
Figure n°1. 7: *Moyenne des précipitations entre 2000 et 2010 (données estimées),* _____ *32*
Figure n°1. 8: *Extrait de la carte de végétation de l'Afrique (Source : White, 1986)* _____ *35*
Figure n°1. 9: *Les biomes (d'après UNEP, 2008)* _____ *36*
Figure n°1. 10: *Steppe arborée, Téssékré (Ferlo, Sénégal), (Source: Marega, novembre 2010)* _____ *37*
Figure n°1. 11: *Steppe arbustive, Hombori, (Gourma, Mali) (Source : Marega, décembre 2009)* _____ *37*
Figure n°1. 12: *Paysage de brousse tigrée dans le Fakara nigérien (Cliché F.Mougenot)* _____ *38*
Figure n°1. 13: *Reboisement du plateau latéritique ; plantation en demi-lunes de Bauhinia rufescens (Kirib Kaina, nord Fakara ; photo A. Génin, 2009).* _____ *39*
Figure n°1. 14: *Répartition des principaux types de sols* _____ *40*
Figure n°1. 15: *La micro-région du Ferlo* _____ *44*
Figure n°1. 16: *Troupeau bovin autour du village de Boulel, Ferlo (Sénégal). (Source : Marega et Fall, 2010)* __ *44*
Figure n°1. 17: *Champs de mil et d'arachide à Dendielli, Ferlo (Sénégal), (Source : Marega et Fall, 2010)* _____ *45*
Figure n°1. 18: *Campement peul d'Ouro-Samba, Ferlo (Sénégal), (Source: Marega et Fall, 2010).* _____ *46*
Figure n°1. 19: *La micro-région du Gourma* _____ *47*
Figure n°1. 20: *Troupeau bovins autour d'une mare temporaire à Hombori (Mali), (Source: Marega, 2009)* ___ *49*
Figure n°1. 21: *Groupe d'éleveurs dans le marché à bétail de Gossi, Hombori (Mali), (Source: Marega 2009).* _ *49*
Figure n°1. 22: *La micro-région du Fakara Niger* _____ *50*
Figure n°1. 23: *Végétation de zones humides avec un tapis herbacé très dense à Fabidji (Fakara Niger). Zone de pâturage fréquentée par quelques bovins qu'on aperçoit au second plan.*
(Source : San Emétério, novembre 2009). _____ *51*

Figure n°2. 1: *Indice de variation annuelle des précipitations au Sahel entre 1900 et 2010,*
(Source : Garba et al, in Sipsa, 2012) _____ *56*
Figure n°2. 2: *Vulnérabilité à la désertification en Afrique, (Source : Reich et al, 2001)* _____ *58*
Figure n°2. 3: *Figure n°2.3: Tendances du NDVI GIMMS-3g à l'échelle du Sahel (1981-2011)*
(Source : Dardel, 2014) _____ *59*
Figure n°2. 4: *Dynamique de peuplement de l'Afrique de l'ouest, 1950-2050 (Source : CSAO/OCDE 2012)* ____ *60*
Figure n°2. 5: *Répartition de la population du Sénégal par région en 2013* _____ *61*
Figure n°2. 6: *Estimation de la croissance des troupeaux au Sénégal*
(source : d'après les données FAOSTAT, 2015) _____ *62*
Figure n°2. 7: *Répartition de la population du Mali par région en 2009*
(Source : d'après les données du RGPH, 2009) _____ *64*
Figure n°2. 8: *Estimation de la croissance des troupeaux au Mali*
(source : d'après les données FAOSTAT, 2015) _____ *65*
Figure n°2. 9: *Evolution de la population (en milliers d'habitants),*
d'après les données du RGPH, 2012, Niger _____ *67*

Figure n°2. 10: *Estimation de la croissance des troupeaux au Niger*
(source : d'après les données FAOSTAT, 2015) _____ *68*
Figure n°2. 11: *Importations de céréales entre 1970 et 2011 au Sénégal, Mali et Niger.*
(Source : d'après les données de FAO, 2015, http://faostat3.fao.org/home) _____ *72*
Figure n°2. 12: *Productions de céréales entre 1970 et 2011 au Sénégal, Mali et Niger.*
(Source : d'après les données de FAO, 2015, http://faostat3.fao.org/home) _____ *72*

Figure n°3. 1: *Vulnérabilité, exposition, sensibilité, résilience (d'après Goodin, 2004).* _____ *83*
Figure n°3. 2: *Approche méthodologique générale* _____ *91*

Figure n°4. 1: *Signatures spectrales de la végétation et du sol nu (d'après : http://speclab.cr.usgs.gov/)* _____ *96*
Figure n°4. 2: *Végétation de zones humides (bas-fonds), à Hombori (Gourma, Mali).* _____ *102*
Figure n°4. 3: *Végétation de zones humides avec un tapis herbacé très dense à Fabidji (Fakara Niger).*
La zone de pâturage est fréquentée par les troupeaux de bovins (ici au second plan).
(Source : J-L .San Emeterio, novembre 2009). _____ *102*
Figure n°4. 4: *Végétation fermée à Keur Sandao à proximité de la forêt classée de Kaffrine (sud du Ferlo, Sénégal). Le couvert arbustif est dominé par Guiera senegalensis et Combretum glutinosum. Les graminées annuelles sont représentées par Schizachyrium exile (ou gnangue en Wolof).*
(Source : A. Fall, novembre 2012). _____ *103*
Figure n°4. 5: *Végétation ouverte sur sols clairs, Hombori (Gourma, Mali). Au premier plan on devine un tapis herbacé dégradé à dominante de Cenchrus biflorus (« cram-cram »). Au second plan on distingue clairement un couvert arboré épars dominé par des acacias. (Source : O. Marega, Décembre 2009).* _____ *103*
Figure n°4. 6: *Paysage de végétation ouverte sur sols sombres, dominé par Guiera senegalensis et Cassia occidentalis à Keur Médina Fallou dans le Bassin arachidier (région de Kaolack-Sénégal).*
(Source : A. Fall, novembre 2012). _____ *104*
Figure n°4. 7: *Sols nus clairs autour du village de Jankouka (Fakara Niger). On aperçoit quelques rares arbustes qui jalonnent le paysage et quelques résidus de mil en arrière-plan, signe d'une activité agricole récente. (Source : J-L. San Emeterio, novembre 2009).* _____ *104*
Figure n°4. 8: *Sol nu sombre. Ici on observe des cuirasses latéritiques sombres au premier plan et barres rocheuses sombres en arrière-plan Hombori, (Gourma-Mali). (Source : O.Marega, Décembre 2009).* _____ *105*
Figure n°4. 9: *Bas-fonds argilo-sableux, Hombori (Gourma, Mali). Au premier plan, on observe un sol nu marqué par le piétinement intense des troupeaux au bord d'une mare temporaire en voie d'assèchement; en arrière-plan on aperçoit le mont Hombori (Source : O.Marega, Décembre 2009).* _____ *105*
Figure n°4. 10: *Eaux : Mare permanente de Gossi (Gourma, Mali). Au premier plan on peut voir des éleveurs traversant la mare de Gossi en direction du marché à bétail. (Source : O. Marega, Décembre, 2009).* _____ *106*
Figure n°4. 11: *Eaux : Le fleuve Sénégal à Matam (Ferlo, Sénégal). A l'arrière-plan on aperçoit les rives mauritaniennes et les pirogues qui assurent la traversée. (Source : Marega et Fall, 2010)* _____ *106*
Figure n°4. 12: *Traces de feux de brousse entre Téssékré et le campement de Ouro Samba (Ferlo, Sénégal). (Source : Marega, Novembre 2010).* _____ *107*
Figure n°4. 13: *Création d'une composition colorée RGB-4-3-2.* _____ *111*
Figure n°4. 14: *Classification non dirigée en 16 classes, méthode K-means, (Fakara, Niger, 2001).* _____ *112*
Figure n°4. 15: *Analyse et interprétation des profils radiométriques pour les 16 classes.* _____ *114*
Figure n°4. 16: *Regroupement des 16 classes en 6 types d'occupation du sol* _____ *115*
Figure n°4. 17: *Analyse et interprétation des profils radiométriques pour les 6 classes.* _____ *115*
Figure n°4. 18, 19, 20, 21, 22, 23: *Création de 6 masques* _____ *117*
Figure n°4. 24: *Vérification de l'homogénéité du masque végétation fermée après classification en 6 classes à partir des néo-canaux issus de l'ACP* _____ *119*
Figure n°4. 25: *Vérification de l'homogénéité du masque végétation ouverte après classification en 8 classes à partir des néo-canaux issus de l'ACP* _____ *120*

Figure n°4. 26: *Vérification de l'homogénéité du masque mixte sols nus-végétation après classification en 8 classes à partir des néo-canaux issus de l'ACP* _____ *121*
Figure n°4. 27: *Vérification de l'homogénéité du masque sols nus clairs après classification en 7 classes à partir des néo-canaux issus de l'ACP* _____ *122*
Figure n°4. 28: *Vérification de l'homogénéité du masque sols nus sombres après classification en 8 classes à partir des néo-canaux issus de l'ACP* _____ *123*
Figure n°4. 29: *Vérification de l'homogénéité du masque eau cadre après classification en 8 classes à partir des néo-canaux issus de l'ACP* _____ *124*
Figure n°4. 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36: *Corrections des masques* _____ *125*
Figure n°4. 37: *Carte de l'occupation du sol dans le Fakara du Niger, 11 septembre 2001* _____ *127*
Figure n°4. 38: *Analyse et interprétation des profils radiométriques de la carte d'occupation du sol, Fakara Niger, 11 septembre 2001* _____ *127*

Figure n°5. 1, 2, 3: *Occupation du sol dans la région du Ferlo (1973-1999-2010).* _____ *133*
Figure n°5. 4: *Occupation du sol du Sénégal et de la Gambie en 1975. (Source : USGS/Agrhymet))* _____ *135*
Figure n°5. 5: *Occupation du sol du Sénégal et de la Gambie en 2000. (Source : USGS/Agrhymet)* _____ *135*
Figure n°5. 6, 7, 8: *Occupation du sol dans le Gourma (1973-1999-2010)* _____ *137*
Figure n°5. 9: *Occupation du sol du Mali en 2000. (Source : USGS/Agrhymet)* _____ *139*
Figure n°5. 10, 11, 12: *Occupation du sol dans le Fakara (1973-2000-2001-2010)* _____ *141*
Figure n°5. 13: *Occupation du sol du Niger en 1975. (Source : USGS/Agrhymet* _____ *143*
Figure n°5. 14: *Occupation du sol du Niger en 2000. (Source : USGS/Agrhymet)* _____ *143*
Figure n°5. 15: *Cartes d'occupation du sol, pour les années 2000 (a) et 2007 (b) dans le Fakara nigérien. Les zones noires représentent des zones sans - données (Source : Nutini et al, 2013)* _____ *144*
Figure n°5. 16, 17, 18: *Occupation du sol à l'échelle de Téssékré (1973-1999-2010)* _____ *146*
Figure n°5. 19: *Evolution de l'occupation du sol entre 1973- 2010 (Téssékré)* _____ *147*
Figure n°5. 20, 21, 22, 23: *Occupation du sol à l'échelle locale, Téssékré (Source: I.Touré et al, 2010)* _____ *149*
Figure n°5. 24, 25,26: *Occupation du sol à l'échelle locale, Hombori (1973-1999-2010)* _____ *151*
Figure n°5. 27: *Evolution de l'occupation du sol entre 1973-2010 (Hombori)* _____ *152*
Figure n°5. 28: *Carte des types de sol et des états de surface dans la commune de Hombori en 2007 (Source : A Cheula, 2009)* _____ *154*
Figure n°5. 29: *Carte des types de sol et des états de surface dans la commune de Hombori. (Source : Hiernaux et al, 2009)* _____ *155*
Figure n°5. 30, 31, 32: *Occupation du sol à l'échelle locale, Dantiandou (1973-2001-2010)* _____ *157*
Figure n°5. 33: *Evolution de l'occupation du sol entre 1973-2010 (Dantiandou)* _____ *158*
Figure n°5. 34, 35, 36, 37: *Occupation du sol, Dantiandou, (Sources: Souley Yéro, 2013; Mamane, 2009)* ___ *160*

Figure n°6. 1: *Spatialisation des changements dans l'occupation du sol entre 1973 et 1999 (Ferlo)* _____ *169*
Figure n°6. 2: *Quantification des changements dans l'occupation du sol entre 1973 et 1999 (Ferlo)* _____ *169*
Figure n°6. 3: *Spatialisation des changements dans l'occupation du sol entre 1999 et 2010 (Ferlo)* _____ *170*
Figure n°6. 4: *Quantification des changements dans l'occupation du sol entre 1999 et 2010 (Ferlo)* _____ *170*
Figure n°6. 5: *Spatialisation des changements dans l'occupation du sol entre 1973 et 1999 (Téssékré)* _____ *172*
Figure n°6. 6: *Quantification des changements dans l'occupation du sol entre 1973 et 1999 (commune de Téssékré)* _____ *172*
Figure n°6. 7: *Spatialisation des changements dans l'occupation du sol entre 1999 et 2010 (Téssékré)* _____ *173*
Figure n°6. 8: *Quantification des changements dans l'occupation du sol entre 1999 et 2010 (commune de Téssékré)* _____ *173*
Figure n°6. 9: *Spatialisation des changements dans l'occupation du sol entre 1973 et 1999 (Gourma)* _____ *175*
Figure n°6. 10: *Quantification des changements dans l'occupation du sol entre 1973 et 1999 (Gourma)* ____ *175*
Figure n°6. 11: *Spatialisation des changements dans l'occupation du sol entre 1999 et 2010 (Gourma* _____ *176*

Figure n°6. 12: *Quantification des changements dans l'occupation du sol entre 1999 et 2010 (micro-région du Gourma)* 176
Figure n°6. 13: *Spatialisation des changements dans l'occupation du sol entre 1973 et 1999 (Hombori)* 178
Figure n°6. 14: *Quantification des changements dans l'occupation du sol entre 1973 et 1999 (commune de Hombori)* 178
Figure n°6. 15: *Spatialisation des changements dans l'occupation du sol entre 1999 et 2010 (Hombori)* 179
Figure n°6. 16: *Quantification des changements dans l'occupation du sol entre 1999 et 2010 (Hombori)* 179
Figure n°6. 17: *Spatialisation des changements dans l'occupation du sol entre 1973-2000 et 2001 (Fakara nigérien)* 181
Figure n°6. 18: *Quantification des changements dans l'occupation du sol entre 1973 et 2000 et 2001 (Fakara nigérien)* 181
Figure n°6. 19: *Spatialisation des changements dans l'occupation du sol entre 2000-2001 et 2010 (Fakara nigérien)* 182
Figure n°6. 20: *Quantification des changements dans l'occupation du sol entre 2000-2001 et 2010 (Fakara nigérien)* 182
Figure n°6. 21: *Spatialisation des changements dans l'occupation du sol entre 1973 et 2000-2001 (Dantiandou)* 184
Figure n°6. 22: *Quantification des changements dans l'occupation du sol entre 1973 et 2000-2001 (Dantiandou)* 184
Figure n°6. 23: *Spatialisation des changements dans l'occupation du sol entre 2000-2001 et 2010 (Dandiandou)* 185
Figure n°6. 24: *Quantification des changements dans l'occupation du sol entre 2000-2001 et 2010 (Dantiandou)* 185
Figure n°6. 25: *Évolution de l'indice standardisé des précipitations entre 1951 et 2010 à Matam (Ferlo) (Fall, 2014)* 187
Figure n°6. 26: *Évolution de l'indice standardisé des précipitations entre 1950 et 2010 à Louga (Ferlo) (Fall, 2014)* 187
Figure n°6. 27: *Évolution des précipitations entre 1984 et 2010 dans le Gourma malien (source : Dardel, 2014)* 188
Figure n°6. 28: *Évolution des précipitations entre 1990 et 2010 dans le degré carré de Niamey, (Source : Dardel, 2014)* 190

Figure n°7. 1: *Axes de transhumance et circuits commerciaux du bétail au Sahel* 200
Figure n°7. 2: *Evolution des axes de transhumance avant, pendant et après les grandes sécheresses de dans le Ferlo* 201
Figure n°7. 3: *Evolution des axes de transhumance avant, pendant et après les grandes sécheresses dans le Ferlo.* 203
Figure n°7. 4: *Evolution des axes de transhumance au Mali.* 204
Figure n°7. 5: *Evolution des axes de transhumance avant, pendant et après les grandes sécheresses dans le Fakara du Niger.* 206

Figure n°8. 1: *Localisation des villages enquêtés dans le Ferlo* 218
Figure n°8. 2: *Localisation des villages enquêtés dans le Gourma* 219
Figure n°8. 3: *Localisation des villages enquêtés dans le Fakara* 220
Figure n°8. 4: *Foyers linguistiques des terrains d'enquête* 221
Figure n°8. 5: *L'archipel peul, état des lieux en 1990* 222
Figure n°8. 6: *Schéma constitutif du corpus* 224
Figure n°8. 7: *Quelques spécificités lexicales issues des entretiens réalisés dans le Ferlo* 231
Figure n°8. 8: *Analyse factorielle des correspondances sur la partition en « Localités » à partir d'entretiens réalisés dans le Ferlo* 233

Figure n°9. 1: *Villages enquêtés dans le Fakara (Source: San Emeterio, 2015)* 237
Figure n°9. 2: *Caractéristiques générales du corpus Fakara* 238
Figure n°9. 3: *AFC du discours par localité (Fakara)* 240
Figure n°9. 4: *Fréquences relatives, forme Francs-CFA* 242
Figure n°9. 5: *Spécificités lexicales relatives à la perception des ressources fourragères par localité* 244
Figure n°9. 6: *Environs de Kawara : Paysage à tapis herbacé dense, piqueté d'arbres tels que le Palmier Doum d'Egypte (Hyphaene thebaica), (Source : Alexandre et al., 2009)* 245
Figure n°9. 7: *Fauchage et stockage de fourrage à Kiribkaina.* 246
Figure n°9. 8: *Spécificités lexicales relatives aux termes: végétation, jachère-s-, champs, pâturages par localités* 250
Figure n°9. 9: *Village de Kirib Kaina : terroir agricole ; champs de mil et greniers. (Les champs grignotent sur Le couvert végétal qui est peu dense), (Source : Alexandre et al., 2013)* 251
Figure n°9. 10: *Spécificités et perceptions de la vulnérabilité des ressources fourragères par localités* 253
Figure n°9. 11: *Spécificités et perceptions des ressources en eau par localités (Fakara)* 257
Figure n°9. 12: *Spécificités des discours du Fakara par localités, en référence à la composition du cheptel* 261
Figure n°9. 13: *Répartition de la forme «animaux» dans la carte des sections A* 263
Figure n°9. 14: *Répartition de la forme «animaux» dans la carte des sections B* 264
Figure n°9. 15: *Répartition de la forme «mouton» dans la carte des sections* 265
Figure n°9. 16: *Fréquences relatives de la forme "couloirs-de-passage" par localités* 268

Figure n°10. 1: *Spatialisation des spécificités lexicales relatives aux ressources pastorales suivantes: Herbe, Fourrage, Arbre, Forêts* 277
Figure n°10. 2: *Quelques forages, points d'eau structurant les activités pastorales dans le Ferlo (A, B)* 279
Figure n°10. 3: *Contexte lexical autour la question de l'eau par localité* 280
Figure n°10. 4: *Spatialisation des perceptions de la vulnérabilité des pâturages : spécificités lexicales des groupes de formes « Coupe d'arbre », « Coupe d'herbe », « Coupe d'arbre et d'herbe » par les agropasteurs du Ferlo* 285
Figure n°10. 5:*Traces de feux de brousse dans la commune de Téssékré (Ferlo) (Source : Marega et Fall, Novembre 2010)* 287
Figure n°10. 6: *Spatialisation des perceptions de la vulnérabilité des pâturages : spécificités lexicales relatives à la question des feux de brousse dans le Ferlo* 289
Figure n°10. 7: *Evolution mensuelle des superficies brûlées au Sénégal entre 2007 et 2012 (Source, CSE, Rapport de campagne, 2007-2008, 2010-2011, 2011-2012)* 290
Figure n°10. 8: *Perception de la vulnérabilité d'origine climatique en fonction des groupes ethniques : structure du champ lexical autour des saisons* 291
Figure n°10. 9: *Spécificités des formes « problème et difficile » par classe d'âge des enquêtés* 296
Figure n°10. 10: *Espaces agricoles dans la vallée du fleuve Sénégal et dans le Ferlo, A-B, (Source : Marega et Fall, 2010)* 302
Figure n°10. 11: *Espaces agricoles dans la vallée du fleuve Sénégal et dans le Ferlo, C-D, (Source :Marega et Fall, 2010)* 303
Figure n°10. 12: *Evolution des flux de transhumance dans le Ferlo (d'après des enquêtes menées en 2010)* 305
Figure n°10. 13: *Répartition de la forme « Animaux » dans la carte des sections, A-B* 310
Figure n°10. 14: *Spécificités lexicales de la forme « Animaux » par traducteur* 311
Figure n°10. 15: *Spatialisation des spécificités lexicales relatives aux ressources pastorales suivantes: Herbe, Fourrage, Arbres, Forêt* 312
Figure n°10. 16: *Points d'eau et activités agropastorales dans le Gourma (Source : Marega et Lemoine, décembre 2009)* 314
Figure n°10. 17: *AFC sur les discours par localité* 315

Figure n°10. 18: *Les espèces fourragères les plus fréquentes dans les pâturages du Gourma d'après les éleveurs enquêtés* ____ *321*
Figure n°10. 19: *Les espèces Fourragères de plus en plus rares, dans les pâturages du Gourma d'après les éleveurs enquêtés en 2009* ____ *322*
Figure n°10. 20: *Evolution des flux de transhumance dans le Gourma (d'après des enquêtes menées en 2009)* ____ *330*
Figure n°10. 21: *AFC sur les discours du Ferlo et du Gourma par localité* ____ *334*
Figure n°10. 22: *Perception de la vulnérabilité des ressources fourragères par localité dans le Ferlo et le Gourma* ____ *336*
Figure n°10. 23: *Spécificités des discours du Ferlo et du Gourma par localité, en référence à la composition du cheptel* ____ *338*
Figure n°10. 24: *Spécificités des discours du Ferlo et du Gourma par traducteur, en référence à la composition du cheptel* ____ *340*
Figure n°10. 25: *Spécificités des discours du Ferlo et du Gourma par rapport aux ressources en eau par localité* ____ *342*
Figure n°10. 26: *AFC sur les discours par acteur entre le Ferlo et le Gourma* ____ *345*

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n°1. 1: *Synthèse comparée des traits physiques et humains dans les micro-régions d'étude* _____ *53*

Tableau n°4. 1: *Caractéristiques spectrales des capteurs Landsat MSS et TM.* _____ *99*
Tableau n°4. 2: *Images satellites étudiées* _____ *100*

Tableau n°8. 1: *Exemple de mise en forme du texte d'un entretien préalable à une analyse textométrique : extrait du corpus Ferlo* _____ *228*
Tableau n°8. 2: *Index hiérarchique des fréquences de mots par ordre décroissant dans le corpus «Hombori »* _____ *229*
Tableau n°8. 3: *Exemple de concordances sur la forme « Pluies » d'après les entretiens réalisés à Hombori (Mali)* _____ *232*

Tableau n°9. 1: *Grille thématique de l'enquête semi-directive* _____ *237*
Tableau n°9. 2: *Quelques contextes de la forme "fourrage" à Maourey* _____ *247*
Tableau n°9. 3: *Quelques contextes de la forme "arbres" à Lemou* _____ *248*
Tableau n°9. 4: *Quelques contextes d'utilisation de la forme "champs" à Maourey* _____ *251*
Tableau n°9. 5: *Contextes de la forme "Couper" à Kampa-peul* _____ *254*
Tableau n°9. 6: *Contextes de la forme "Faucher" à Zindarou* _____ *254*
Tableau n°9. 7: *Contextes de la forme "dégradation" à Guileyni* _____ *255*
Tableau n°9. 8: *Quelques contextes de la forme "pluie" à Kirib Kaina et Maourey* _____ *258*
Tableau n°9. 9: *Quelques contextes de la forme "mare-s"* _____ *259*
Tableau n°9. 10: *Contextes de la forme "couloirs-de-passage" par localités* _____ *267*

Tableau n°10. 1: *Caractéristiques générales du corpus Ferlo* _____ *273*
Tableau n°10. 2: *Décomptes globaux de la variable « Acteur » du corpus Ferlo* _____ *273*
Tableau n°10. 3: *Fréquences et indice de spécificités sur la partition acteurs (bergers+ éleveurs)* _____ *275*
Tableau n°10. 4: *Contextes d'utilisation de la forme eau à Téssékré* _____ *281*
Tableau n°10. 5: *Contextes d'utilisation de la forme eau à Doundodji* _____ *283*
Tableau n°10. 6: *Contextes d'utilisation de la forme « coupent » ventilés par localités* _____ *286*
Tableau n°10. 7: *Contextes d'utilisation de la forme « saison des pluies» par ethnie* _____ *292*
Tableau n°10. 8: *Contextes d'utilisation de la forme « pluie» par ethnie* _____ *293*
Tableau n°10. 9: *Contextes d'utilisation de la forme « saison sèche» par ethnie* _____ *294*
Tableau n°10. 10: *Les formes difficile et problème : définition dictionnairique et emplois contextuels dans le corpus.* _____ *297*
Tableau n°10. 11: *Concordances de la forme « viennent » par localité, (A-B)* _____ *299*
Tableau n°10. 12: *Caractéristiques générales du corpus Hombori* _____ *308*
Tableau n°10. 13: *Décomptes globaux de la variable « Acteur » du corpus Hombori* _____ *308*
Tableau n°10. 14: *Fréquences et indice de spécificités sur la partition acteurs* _____ *309*
Tableau n°10. 15: *perception de la vulnérabilité d'origine climatique dans le Gourma, concordances autour du mot « sécheresse »* _____ *317*
Tableau n°10. 16: *perception de la vulnérabilité d'origine climatique dans le Gourma, concordances du mot « pluie »* _____ *319*
Tableau n°10. 17: *Analyse contextuelle de la forme « viennent » chez les éleveurs de Hombori* _____ *326*
Tableau n°10. 18: *Alignement entre le corpus en langue vernaculaire et le corpus en langue française sur la composition du cheptel* _____ *341*

LISTE DES ABRÉVIATIONS ET ACRONYMES

AMMA	African Monsoon Multidisciplinary Analysis
ANR	Agence Nationale de la Recherche française
ANSD	Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie (Sénégal)
CEDEAO	Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest
CCT	Centre Canadien de Télédétection
CILSS	Comité Permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel
CSAO	Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest
CSE	Centre de Suivi Ecologique (Sénégal)
ECLIS	Élevage, Climats, et Sociétés
ESCAPE	Environmental and Social Changes in Africa: Past, present and future
FAO	Food and Agriculture Organization
GIEC	Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
GLCF	Global Landcover Facility
ILCA	International Livestock Centre for Africa
JEA	Jet d'Est Africain
JET	Jet d'Est Tropical
LANDSAT	Land Satellite
MSS	Multispectral Scanner System
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
OCDE	Organisation de Coopération et de Développement Économiques
OSS	Observatoire du Sahara et du Sahel
PEVS	Programme Environnement, Vie et Sociétés
PIREN	Programme Interdisciplinaire de Recherche sur l'Environnement
RGA	Recensement Général Agricole
RGPH	Recensement Général de la Population et de l'Habitat
RGPHAE	Recensement Général de la Population, de l'Habitat, de l'Agriculture et de l'Elevage
ROSELT	Réseau d'Observatoires de Surveillance Ecologique à Long Terme
SIPSA	Système d'Information Pastoral au Sahel
SPOT	Satellite Pour l'Observation de la Terre
TM	Thematic Mapper (Landsat)
UNEP	United Nations Environment Programme
USGS	United States Geological Survey
VMCS	Vulnérabilité, Milieux, Climat et Sociétés
ZCIT	Zone de Convergence Intertropicale

« Le possible est une tentation que le réel finit toujours par accepter »

(Gaston Bachelard, L'Intuition de l'instant, 1932)

INTRODUCTION GENERALE

L'objectif central de ce travail est d'appréhender à travers la télédétection et l'enquête de terrain dans quelle mesure les changements socio-environnementaux observés au Sahel au cours des dernières décennies influencent les pratiques agropastorales.

La succession d'années sèches durant la période 1965-1995 a eu un impact important sur le couvert végétal au Sahel. Or la végétation est l'une des ressources majeures pour les différentes activités en milieu rural qu'elles soient agricoles ou pastorales (Dugué, 1999 ; Ikowicz, 2005 ; Hiernaux et Le Houérou, 2006). Durant les années de sécheresse prononcée (1973 et 1984, notamment), l'élevage a subi des pertes très importantes et les sociétés agropastorales ont été contraintes de s'adapter dans l'urgence à la fréquence des années sèches (Bonfiglioli, 1988 ; Turner, 1992 ; De Bruijn, 2005). Cependant, depuis les années 1990, on assiste à un renversement de situation. Cette nouvelle phase est marquée par une reprise des précipitations qui, d'après le littérature se traduirait par un certain « reverdissement » du Sahel (Nicholson *et al*., 1998 ; Prince *et al*., 1998 ; Hermann *et al*., 2005; Anyamba *et al*., 2005, Olsson *et al.*, 2005 ; Nicholson, 2005 ; Lebel *et al.*, 2009 ; Fensholt *et al*., 2011 ; Dardel, 2014). Le modèle prédictif de Charney (1975) envisageait la diminution importante des pluies en Afrique de l'Ouest comme liée à l'augmentation significative de l'albédo moyen, elle-même dépendante de la couverture du sol par la végétation. Les dernières observations n'ayant pas véritablement été en cohérence avec ce modèle à l'échelle du Sahel, de nouvelles pistes ont été explorées depuis concernant les liens entre climat et végétation. Toutefois, si différents travaux ont mis en évidence le lien entre les évolutions du couvert végétal et les fluctuations de la pluviosité dans le temps et dans l'espace, les conséquences de cette variabilité des précipitations sur les changements qualitatifs (espèces) et quantitatifs (densité, biomasse) de la végétation sont encore assez mal connus. Le contexte climatique ne contribue que partiellement aux changements socio-environnementaux dans les pays de la région qui ont connu des changements politiques, démographiques et sociaux considérables depuis les indépendances dans les années 1960.

C'est pourquoi, dans un premier temps, pour répondre à la question centrale de cette thèse, il est apparu nécessaire de mesurer les changements intervenus dans le couvert végétal en prenant en compte la période récente où a été observée une augmentation de la pluviosité. Dans cette perspective, le premier objectif visé est de mettre en évidence les changements observés, en actualisant notre connaissance de l'évolution spatiale et temporelle des ressources végétales sur lesquelles s'appuient les sociétés pastorales et agropastorales. Dans un deuxième temps, seront étudiées les réponses des sociétés à ces changements climatiques et aux évolutions environnementales. Ainsi cette thèse analysera les changements socio-environnementaux intervenus de façon différenciée dans la bande sahélienne sous l'angle de l'analyse de la perception qu'en ont les pasteurs et les agropasteurs. Par ailleurs, nous nous demanderons comment les ruraux s'appuient sur ces changements pour développer leurs activités agricoles et /ou pastorales et quelle est la traduction de ces changements dans l'occupation du sol telle qu'elle peut être appréhendée par l'analyse des images satellites.

Ainsi le deuxième objectif visé est-il d'interroger le rôle joué par les pratiques et les stratégies développées par les sociétés rurales sahéliennes dans l'évolution de leur environnement. Pour atteindre ce but, nous avons prévu d'analyser la manière dont les pasteurs et agropasteurs, perçoivent les changements affectant leurs ressources fourragères. En effet, nous avons pu constater que la perception des changements par les agropasteurs dans le contexte actuel de bouleversements socio-économiques, politiques et environnementaux était encore relativement peu étudiée (Blanc-Pamard et Milleville, 1985 ; Sawadogo, 2011 ; Ouoba, 2013). Or, dans tout système de production, les perceptions ainsi que les représentations jouent un rôle important dans le choix des pratiques à mettre en place pour s'adapter aux changements. Nous entendons par « perception », l'ensemble des mécanismes et des processus par lesquels les acteurs locaux appréhendent leur environnement, tandis que les « représentations » font appel au produit de l'interaction entre les acteurs locaux et leur environnement.

Selon nous, les perceptions et les représentations précèdent le développement des pratiques susceptibles de répondre aux besoins du moment. Une telle hypothèse nous conduit à nous interroger sur les idées et les représentations qui guident les pratiques agropastorales dans les trois régions que nous étudions. De plus, si la manière dont les agropasteurs sahéliens perçoivent les changements conditionne leur stratégie d'adaptation, on est en droit de supposer que les pratiques qu'ils auront mises en place influeront positivement ou négativement la dynamique du couvert végétal.

Ainsi, la problématique de cette thèse peut s'exposer en ces termes :

Dans quelle mesure les pratiques agropastorales modulent-elles, dans l'espace et dans le temps la vulnérabilité et l'adaptabilité des agro-écosystèmes et des sociétés agropastorales du Sahel. Cette problématique sera envisagée à l'échelle macro-régionale, celle du Sahel, en s'appuyant sur trois sites d'étude micro-régionaux - le Ferlo au Sénégal ; le Gourma au Mali et le Sud-Ouest du Niger centré sur le Fakara au sein desquels les perceptions et les représentations des sociétés ont été étudiées dans un sous-ensemble de villages et de campements. Le choix de ces micro-régions se justifie en premier lieu par un contexte climatique comparable, caractérisé tout d'abord par la survenue des sécheresses lors des années 1972-1973, 1983-1984 qui ont affecté durement l'environnement et les systèmes de productions agropastoraux de chaque micro-région (Lebel *et al*., 2003 ; Vischel *et al*., 2015) puis par une récente reprise des précipitations (Nicholson, 2013, Descroix *et al*., 2015) accompagnée d'un reverdissement à l'échelle du Sahel (San Emeterio, 2015, Dardel *et al*., 2015). Deuxièmement, au sein de ces systèmes de production, les activités d'élevage tiennent une place centrale aussi bien dans le Ferlo et le Gourma que dans le Fakara où elles côtoient le front pionnier d'une agriculture de subsistance (Eclis, 2013). Ainsi la structure des systèmes de production fait-elle partie de critères qui ont participé au choix de ces trois micro-régions. Troisièmement, sur le plan des politiques publiques, à l'instar de plusieurs pays ouest-africains, les trois micro-régions ont été choisies parce qu'elles sont localisées dans des pays où les processus de décentralisation récemment mis en place tendent à renforcer la gestion des ressources naturelles à l'échelle des communes ou communautés rurales. Enfin, les profils sociodémographiques des trois micro-régions étudiées dans cette thèse sont tous caractérisés par une forte croissance démographique ce qui peut laisser supposer qu'elles s'inscrivent dans des trajectoires comparables à quelques nuances près. Nous reviendrons sur ces questions dans le chapitre 2**.** Nous ajouterons que le choix de ces micro-régions se justifie par l'existence et la valorisation des données et des résultats issus

de programmes scientifiques centrés sur les sociétés rurales d'Afrique de l'Ouest et leur devenir tels que le programme Eclis[1] qui s'était focalisé sur l'étude de la vulnérabilité et de l'adaptabilité des systèmes de production animale au Sahel en prenant appui sur des observations effectuées au sein de trois sites situés dans chacune des trois micro-régions que nous avons étudiées.

Ainsi la problématique étudiée peut-ell se décliner en une série de questions :

1) Quels sont les facteurs déterminants dans les changements socio-environnementaux à l'œuvre au sein des micro-régions étudiées ?
2) Quels rôles jouent les perceptions et les représentations dans l'évolution des pratiques observées et donc dans l'occupation et l'utilisation de l'espace?
3) Dans quelle mesure peut-on parler de vulnérabilité et ou d'adaptabilité des pasteurs et agropasteurs face aux changements observés ?

Nous abordons donc la question de la vulnérabilité à travers une démarche associant plusieurs échelles d'espace et de temps, comme le proposent Turner *et al*. (2003). Cette approche systémique combinant le sous-système social et le sous-système environnemental doit permettre de mieux appréhender le niveau de vulnérabilité des sociétés. Quant à l'adaptabilité, nous considérons qu'il s'agit d'un pouvoir de réaction, d'innovation que chaque société développe face à un aléa et qui conduit à de nouvelles situations.

Au cours de nos travaux, nous nous sommes efforcés de montrer que le contexte actuel de changement au Sahel n'est pas seulement lié aux évolutions climatiques et à leurs modulations selon un gradient nord- sud, mais qu'il dépend aussi de la place de l'agriculture et de l'élevage dans les politiques publiques et les économies des différents pays sahéliens.

C'est pourquoi cette thèse articulera l'échelle micro-régionale et l'échelle locale dans des sites localisés dans trois pays sahéliens d'Afrique de l'ouest : le Ferlo sénégalais, le Gourma malien et le Fakara nigérien, dans une perspective comparative. L'approche combinant l'analysemulti-sites et l'analyse interne à chaque permet de mettre en exergue les différences spatiales à l'œuvre dans ces différents espaces sahéliens, en tenant compte de la complexité des facteurs de mutations. Dans cette approche, nous étudierons les différences dans la répartition de la couverture végétale au sein des trois micro-régions afin d'en comprendre les causes

Sans être exclusivement centré sur le pastoralisme, ce travail vise à mettre l'accent sur les interactions résultant de la dynamique des ressources naturelles pastorales d'une part et les pratiques ainsi que les stratégies d'adaptation mises en place par les différents acteurs du milieu rural au Sahel. Il a bénéficié du soutien[2] du programme pluridisciplinaire Eclis qui a traité de la contribution de l'élevage à la réduction de la vulnérabilité des ruraux aux changements climatiques suite aux bouleversements parfois dramatiques qu'ont connus les populations rurales et les écosystèmes des pays sahéliens de l'Afrique de l'ouest.

---

[1] Le programme ECliS (Elevage, Climat, Sociétés) (2008-2013) a été financé par l'agence nationale de recherche (ANR) dans le cadre de l'appel d'offres VMCS (Vulnérabilités, Milieux, Climats et Sociétés).

[2] Outre le soutien financier dans le cadre de mes missions d'études dans le Gourma malien (novembre 2009-janvier 2010), et dans le Ferlo sénégalais (octobre-Décembre 2010), j'ai bénéficié des résultats issus de ce programme auxquels je me suis fréquemment référé dans cette thèse.

Ces bouleversements concernent non seulement les fluctuations pluviométriques et leurs différents impacts directs (réduction du couvert végétal, modifications dans les itinéraires de transhumance) mais aussi l'augmentation de la population, les famines, les déplacements de population, sans oublier les conflits locaux (Eclis, 2013).

Le choix des micro-régions étudiées dans le cadre de ce travail a pris en compte les trois des sites d'étude du programme ECliS situés au Sahel : les communes de Téssékré (dans le Ferlo au Sénégal), de Hombori (dans le Gourma au Mali) et Dantiandou (sur le plateau du Fakara au Niger). Centrées autour de ces sites, nous avons défini les micro-régions d'étude du Ferlo sénégalais, du Gourma malien et du Fakara nigérien afin de mener une comparaison intersites comme cela a été fait dans le cadre du programme ECLIS, mais aussi des comparaisons entre les trois micro-régions qui nous permettront d'ouvrir la voie à une possible généralisation des observations et des résultats de cette thèse à l'ensemble du Sahel.

Ainsi ce travail se présente-t-il comme une tentative d'étude comparative englobant trois régions différentes de la bande sahélo-soudanienne et traitant des dynamiques socio-environnementales et des pratiques agropastorales. La nouveauté de la démarche tient à ce que, jusqu'à présent, les études portant sur les conditions de l'agropastoralisme en milieu sahélien (Hiernaux et al, 2010 ; Sawadogo, 2011 ; Gonin, 2014 ; Kiema et al, 2014 ; Hiernaux et al, 2015) concernaient l'échelle locale (Bode, 2010 ; Magnani, 2010 ; Touré, 2010) ou bien étaient centrées sur l'aspect culturel du pastoralisme peul (Boutrais, 1994 ; 1997). La montée en généricité était jusqu'à présent opérée à partir d'un ou deux sites d'étude pour tirer des enseignements appliqués à l'échelle du Sahel. Rares sont les études comparatives se focalisant sur plusieurs régions (Ickowicz et al, 2010) plus spécifiquement dans la zone sahélienne. Nous proposons ici d'aller au delà en étudiant l'agropastoralisme sahélien à partir de trois micro-régions pour essayer de mieux appréhender les changements socio-environnementaux actuels au Sahel dans toute leur complexité.

A travers cette étude, nous nous efforcerons de nous appuyer sur une approche géographique des anthroposystèmes[3] sahéliens, qui replace les sociétés rurales au centre des interactions avec leur milieu avec une comparaison de différentes régions.

[3]Systèmes complexes, hybrides et interactifs entre deux ensembles organisés, constitués par un (ou des) sociosystème (s) et un (ou des) écosystème(s), plus ou moins artificialisé(s) (Lévêque *et al.*, 2003). Ce terme s'inscrit dans la continuité et la philosophie du Programme interdisciplinaire de recherche sur l'environnement (PIREN) du CNRS datant de 1978-1979 qui a été reconduit à plusieurs reprises sous divers appellations telles que le Programme Environnement, Vie et Sociétés (PEVS). On peut également citer les Zones Ateliers, suite du PIREN, et dont la notion d'anthroposystème est l'un des fondements. A ce titre, en Afrique sub-saharienne, on retient la zone atelier «Hwange» focalisée sur une approche pluri-disciplinaire d'un système socio-écologique dont le site est le parc national de Hwange au Zimbabwe.

Cette thèse est structurée de la manière suivante :

La première partie composée de 3 chapitres, expose l'état des connaissances du milieu physique dans les trois régions d'étude après une présentation générale de la bande sahélienne. Ces exposés constituent un préalable à l'étude des interactions entre les sociétés et leur environnement. Ainsi, le cadre bioclimatique macro-régional et la caractérisation des micro-régions comparées seront au cœur du **chapitre 1**. **Le chapitre 2** s'attache aux problématiques socio-environnementales des micro-régions étudiées. Il s'agira notamment de retracer à travers la littérature scientifique, les changements sociaux ainsi que les dynamiques démographiques et politiques en cours dans ces micro-régions. Le cadre théorique, conceptuel et la démarche méthodologique feront l'objet du **chapitre 3**. Il s'agit notamment d'exposer notre positionnement vis-à-vis des concepts tels que la vulnérabilité et l'adaptabilité dans le but de mieux comprendre et mieux analyser les questions posées par le pastoralisme dans les régions d'étude. La méthode générale adoptée pour atteindre nos objectifs y sera décrite.

La deuxième partie comportant 3 chapitres, portera sur la cartographie et la quantification de la couverture du sol par la végétation. Ce travail a pour but de spatialiser le potentiel fourrager des différentes régions et de proposer une vision d'ensemble des dynamiques environnementales à l'œuvre dans les trois régions étudiées. Le **chapitre 4** exposera les données et les techniques d'analyse des images satellites. Au **chapitre 5** les principaux résultats sur la cartographie de l'occupation du sol entre les années 1970 et 2010 seront présentés aux échelles locales et régionales. La détection des changements de la couverture du sol par télédétection fera l'objet du **chapitre 6** à travers une cartographie diachronique de la couverture du sol par la végétation.

Pour finir, **la troisième et dernière partie** de ce manuscrit se donne comme objectif d'apporter des réponses sur l'évolution des pratiques agropastorales dans les micro-régions étudiées. Pour ce faire, elle confrontera les perceptions des éleveurs au sujet de leur environnement et les observations réalisées par télédétection pour comprendre les dynamiques en cours ainsi que les pratiques développées en termes d'adaptation. Le **chapitre 7** fera un état des lieux des principales stratégies d'adaptation qui ont été observées et étudiées depuis les grandes sécheresses jusqu'à nos jours.

Nous exposerons nos méthodes d'enquêtes de terrain et d'analyse de données dans le **chapitre 8**. Les résultats de ces enquêtes sur l'évolution récente des perceptions, pratiques et stratégies d'adaptation seront exposés et discutés dans le **chapitre 9** pour le Fakara nigérien, et dans le **chapitre 10** pour le Ferlo sénégalais et le Gourma malien qui fera également l'objet d'une étude comparative entre les sites.

PARTIE 1

« Rien n'est permanent sauf le changement » (Héraclite d'Ephèse, VIe siècle av.J.C).

PREMIERE PARTIE : Pastoralisme et question socio-environnementale aux échelles macro et micro-régionales

Cette partie a pour objectif de cerner la question socio-environnementale à laquelle est confrontée l'ensemble de la zone étudiée. Il s'agit notamment d'analyser les questions liées à la vulnérabilité et à l'adaptabilité des systèmes de production agropastoraux au Sahel à travers la comparaison de trois micro-régions : le Ferlo, le Gourma et le Fakara. A cet effet, l'état des lieux des connaissances sur la question du pastoralisme sahélien sera établi à partir d'une revue bibliographique. Entre nature et sociétés, ce travail de recherche s'appuie sur une démarche géographique qui justifie un rappel des caractéristiques bioclimatiques de la macro-région sahélo-soudanienne et des micro-régions étudiées.

Dans cette perspective, le **chapitre 1** a pour objectif de présenter dans un premier temps le milieu physique notamment le climat, la végétation et les sols. Dans un deuxième temps, nous présenterons les micro-régions d'étude dans leur contexte biophysique, socio-économique et politique. La question socio-environnementale sahélienne sera étudiée dans le **chapitre 2.** Enfin, nous finirons cette première partie par le **chapitre 3** qui présentera le cadre théorique, conceptuel et méthodologique de cette thèse. Il s'agira notamment d'expliciter les concepts clés sur lesquels se fonde notre recherche et de dégager la méthode générale retenue pour répondre à la problématique posée en introduction.

Chapitre 1

Chapitre 1 Cadre bioclimatique à l'échelle macro-régionale, définition des micro-régions d'étude

La connaissance du milieu physique est un préalable pour étudier les interactions entre les sociétés et leur environnement. Ce chapitre vise à décrire le contexte bioclimatique de la macro-région sahélo-soudanienne ainsi que celui des micro-régions étudiées dans le cadre de cette thèse. La région d'intérêt est à cheval sur trois pays : le Sénégal, le Mali et le Niger qui constituent la macro-région d'étude. Les micro-régions se situent plus précisément dans la partie sahélienne ces pays **(Figure n°1.1).**

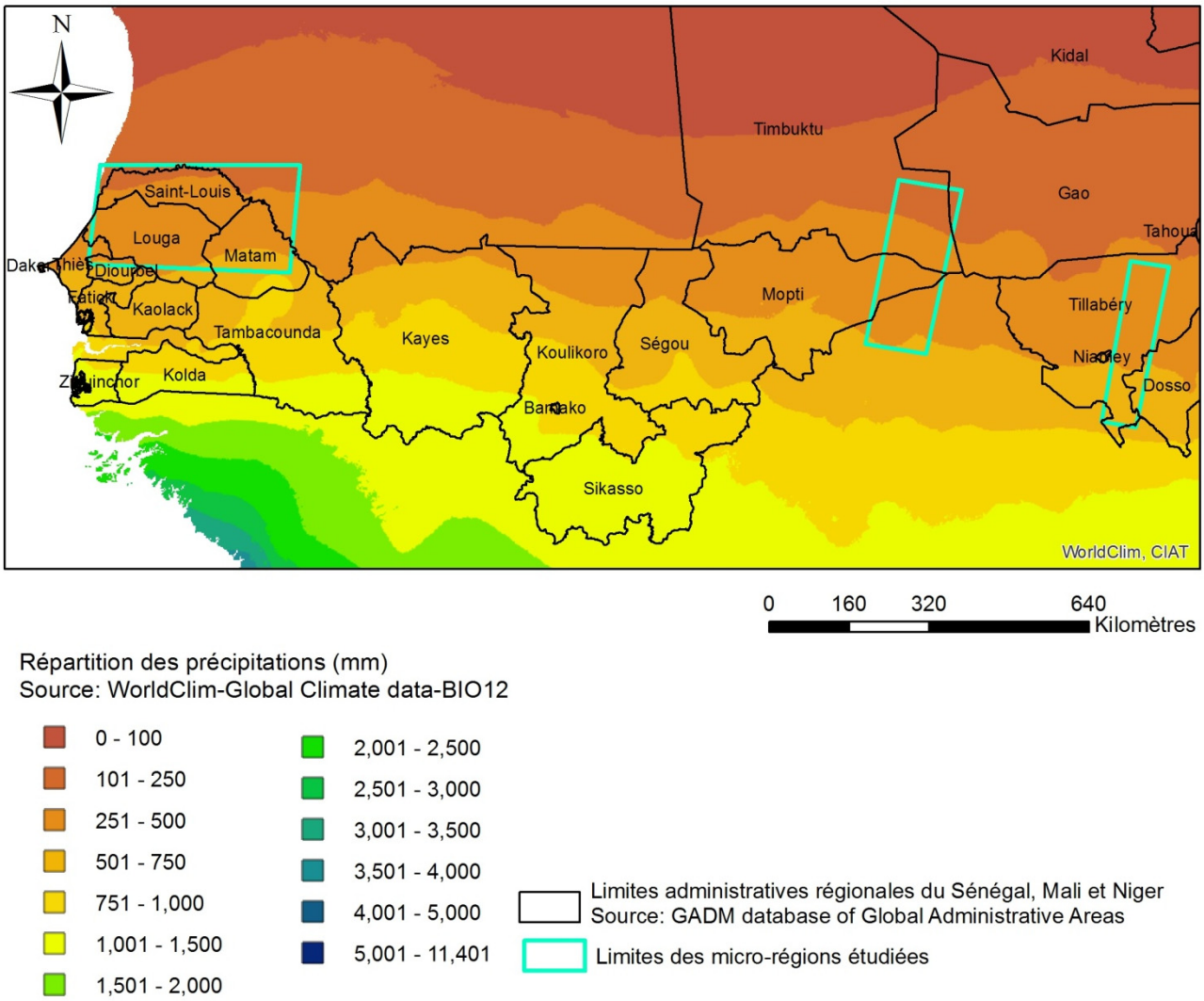


Figure n°1. 1: Situation des micro-régions étudiées au sein de la macro-région sahélienne

A partir d'une revue bibliographique, après avoir rappelé les grands traits du climat sahélien et de son évolution actuelle, nous ferons une description de la végétation ainsi qu'une rapide présentation des sols qui caractérisent la macro-région. La dernière partie de ce chapitre s'attèle à la définition, à la délimitation ainsi qu'à la caractérisation des trois micro-régions comparées. Nous verrons que dans l'organisation spatiale de ces micro-régions, plusieurs facteurs interviennent tels que le climat, l'agencement de la végétation,

l'emprise des activités agropastorales. Les interactions entre ces différents facteurs engendrent des contrastes plus ou moins marqués entre les trois micro-régions étudiées.

1.1 Le contexte climatique à l'échelle macro-régionale

À petite échelle, les trois micro-régions étudiées s'intègrent dans la macro-région sahélo-soudanienne. Dans ce vaste ensemble, un gradient climatique nord sud se manifeste et permet de distinguer très schématiquement le domaine sahélien du domaine soudanien par le régime pluviométrique ainsi par les caractéristiques de la couverture végétale (Aubréville, 1949, Le Houérou, 1989). Dans les différents domaines, le régime pluviométrique est indissociable de la mousson. A l'origine, ce mot est dérivé de « *mawsim* » en arabe qui veut dire saison. Ce phénomène complexe conditionne l'arrivée de la saison des pluies dans la macro-région sahélo-soudanienne. Quelle est la spécificité de la mousson en Afrique de l'Ouest ? Quel rôle joue-t-elle dans le climat macro-régional ? Quelles sont ses caractéristiques ?

1.1.1 La mousson ouest-africaine : principes, mécanismes et caractéristiques

Tout d'abord, il est important de rappeler que les mécanismes de la mousson ouest-africaine sont encore mal connus. Des études ont été récemment menées dans le cadre du programme AMMA *(Analyse Multidisciplinaire de la Mousson Africaine)* lancé en 2001, avec comme objectif d'améliorer sa compréhension et son impact sur l'environnement physique, chimique et biologique à l'échelle régionale et mondiale (Redelsperger *et al*., 2006 ; Lebel & Redelsperger, 2008).

La mousson ouest-africaine est déterminante dans la circulation atmosphérique générale à l'échelle de la macro-région sahélo-soudanienne. Par définition, comme dans tous les climats de mousson, les interactions océan-continent-atmosphère sont au cœur des dynamiques de la mousson ouest-africaine (**Figure n°1.2**).

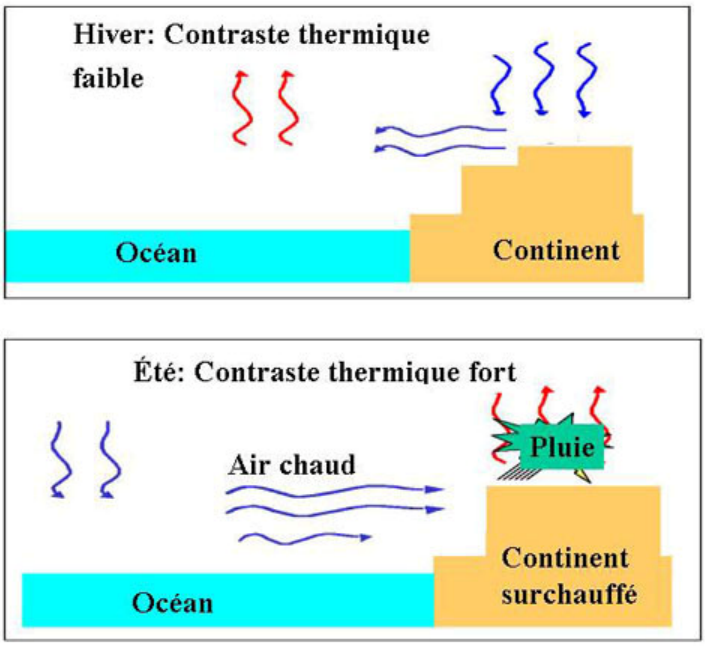


Figure n°1. 2: La mousson : interaction océan-continent (Source http://www.amma-international.org/spip.php?article37)

Elles contrôlent le régime pluviométrique unimodal s'étalant sur une courte période, d'une durée de 3 à 4 mois par an au Sahel, généralement entre juin et septembre avec un maximum pluviométrique en août. En hiver, les vents soufflent du continent plus frais, vers l'océan plus chaud. En été, les surfaces continentales sont plus chaudes que la surface de l'océan et on assiste donc à une inversion de la direction des vents de l'océan vers le continent. Au-dessus du continent, les masses d'air humide provenant de l'océan sont prises dans des mouvements verticaux donnant naissances à des pluies.

Concernant les caractéristiques des précipitations, on observe une diminution des pluies à mesure que la latitude augmente. Plus de 90 % des précipitations qui se produisent dans cette région du monde sont d'origine convective (Flamant *et al*., 2009). Dans la mise en place de ces systèmes convectifs, il faut souligner le rôle important de la rencontre entre les flux d'air humide provenant du golfe de Guinée (alizé océanique) et l'air sec du Sahara (alizé continental). Une grande partie des pluies tombent sous forme d'averses de forte intensité (souvent plus de 60 mm/h). Ces pluies sont en général déclenchées par le passage de lignes de grain (**Figure n° 1.3**).

Figure n°1. 3: Arrivée d'une ligne de grain à Hombori (Mali), Août 2005, (Source: GUICHARD, Françoise / KERGOAT, Laurent / CNRS Photothèque)

La mousson correspond donc à un régime pluviométrique lié à une inversion saisonnière des vents dans la basse atmosphère. La convergence des alizés de l'hémisphère nord et de l'hémisphère sud forme la zone de convergence intertropicale dite *ZCIT* (Raynaut, 1997) **(Figure n° 1.4)**. La position de cette zone varie d'une saison à l'autre. Le déplacement rapide de la *ZCIT* vers le nord est à l'origine des premières pluies vers le mois de juin (Le Barbé *et Lebel*, 1997 ; Sultan et Janicot 2000 ; Le Barbé *et al*., 2002). Ce balancement donne ainsi naissance à une longue saison sèche qui alterne annuellement avec une courte saison des pluies.

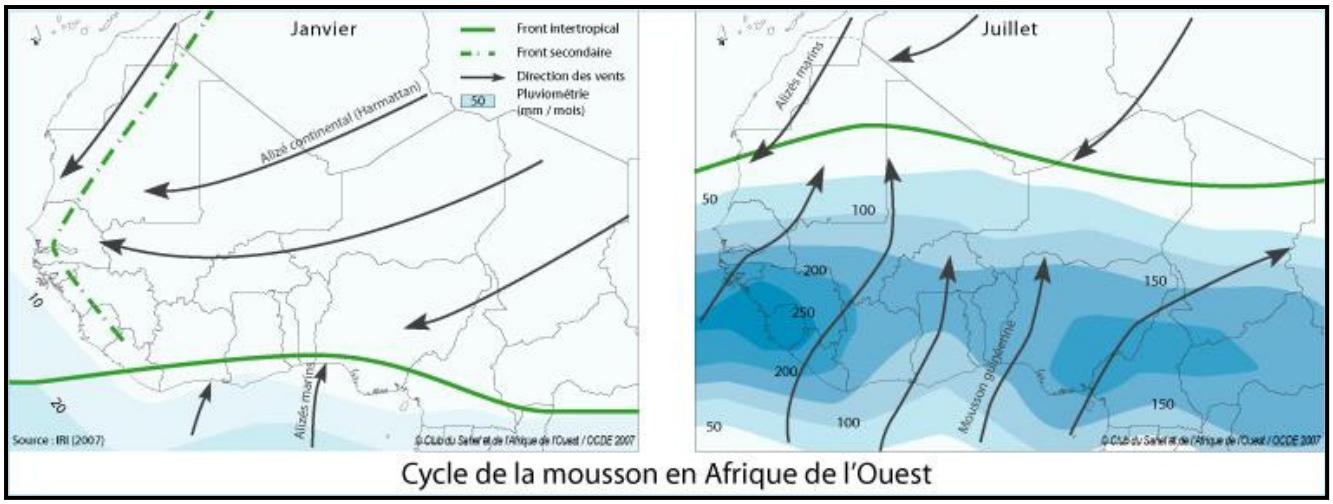


Figure n°1. 4: Le cycle de la mousson en Afrique de l'ouest. (Source : Atlas de l'intégration régionale en Afrique de l'Ouest, CEDEAO- CSAO/OCDE, 2006)

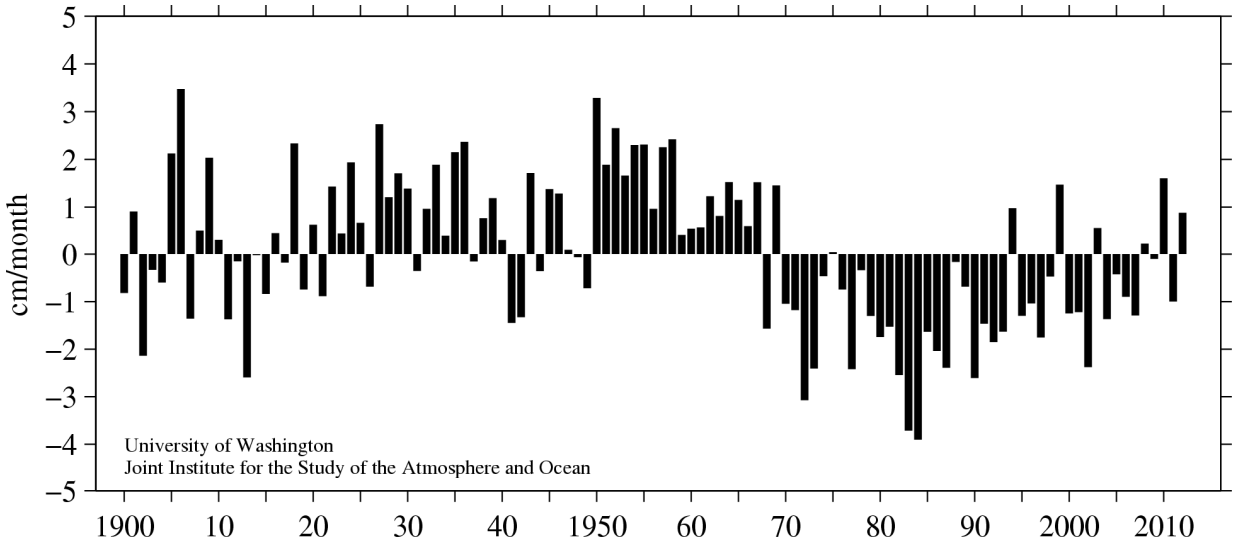
1.1.2 Variabilité spatio-temporelle des pluies de mousson

Quelles que soient les échelles étudiées, l'une des principales caractéristiques de la mousson ouest-africaine est son extrême variabilité dans le temps et dans l'espace (Nicholson, 1981 ; Lamb, 1982 ; Janicot & Fontaine, 1993 ; Ndong, 1996 ; Lebel & Vischel, 2005 ; GIEC, 2007 ; Nicholson, 2013 ; Dardel, 2014). A propos de cette grande variabilité climatique, il est important de distinguer les contrastes intra-saisonniers et interannuels. Sultan (2002) s'est intéressé à la variabilité intra-saisonnière de la mousson africaine. Il note des phases de renforcement et d'affaiblissement de la convection qui provoquent des fluctuations intra-saisonnières. Les principaux vents d'altitude qui contribuent à ces dynamiques sont le Jet Est Tropical (JET) et le Jet Est Africain (JEA). Un ralentissement du Jet Est Africain (JEA) et une intensification Jet Est Tropical (JET), correspond à un renforcement de la mousson. Dans le sens inverse, une accélération du JEA et une diminution du JET traduit un affaiblissement de la mousson. Roehrig (2010, 2013), a mis en évidence le rôle important d'une forte activité de perturbations dépressionnaires appelées « ondes de Rossby » aux moyennes latitudes dans la variabilité intra-saisonnière de la mousson. Le passage des ondes de Rossby aux moyennes latitudes produit des anomalies de circulation, de température et d'humidité, sur le Sahel, qui pourraient expliquer une partie des fluctuations intra-saisonnières.

Concernant la variabilité interannuelle, de nombreux auteurs l'ont mise en évidence en démontrant l'existence d'un signal décennal ou pluri-décennal très marqué (Le Barbé *et al*., 1997, 2002 ; Le Lay et Galle, 2005 ; Nicholson, 2013). Même si cette variabilité interannuelle des précipitations est finalement l'une des plus faibles parmi celles touchant les zones arides, selon le jugement de Hiernaux et Le Houerou (2006), elle est suffisamment importante pour avoir des conséquences néfastes sur les systèmes de production agricole d'une année à l'autre. Ainsi la baisse de la pluviosité agit-elle souvent négativement sur la production végétale et a-t-elle un impact certain sur les ressources agricoles et pastorales (Alexandre et al 2010).

1.1.3 Evolution de la pluviométrie à l'échelle de la macro-région sahélienne

Sur une période plus longue, s'étalant de 1900 à 2012, les tendances pluviométriques au niveau du Sahel affichent une alternance de périodes humides et de périodes sèches **(Figure n°1.5)**. La période 1920-1940 était très humide tout comme celle allant de 1950 à 1960. En revanche, à partir de la fin des années 1960 la tendance s'est inversée. Au Sahel, le changement intervenu dans la tendance climatique a été particulièrement marqué à partir de l'année 1968. De 1968 à 1997, les moyennes pluviométriques du mois d'août ont été de 37 % moins importantes que durant la période 1931-1960 (Nicholson, 2013). Cette baisse des moyennes pluviométriques est à l'origine des grandes crises de sécheresse connues par la bande sahélienne dans les années 1970-1980. La sécheresse s'est installée de façon continue entre 1973 et 1993 avec des totaux pluviométriques annuels inférieurs à la moyenne établie la période 1950-1968.



June through October averages over 20−10N, 20W−10E. 1900−2012 climatology
NOAA NCDC Global Historical Climatology Network data

Figure n°1. 5: Variation interannuelle des précipitations au Sahel entre 1900 et 2012. (Source: Université de Washington, NOAA, NCDC, Global Historical Climatology Network data, 2012)

A partir de 1994, on observe un certain retour des pluies vers la normale des périodes d'avant les sécheresses chroniques (Nicholson, 2005 ; Lebel *et al.*, 2009 ; Nicholson, 2013). Cette augmentation du volume des pluies s'est cependant accompagnée d'une forte variabilité interannuelle. En comparant la normale pluviométrique de la période 1961-1990 à la moyenne pluviométrique entre 2000 et 2010 **(Figures n°1.6 et n°1.7),** on observe néanmoins un retour notable des pluies matérialisé par la remontée vers le nord des isohyètes 150, 300 et 450 mm (Touré *et al*., 2012).

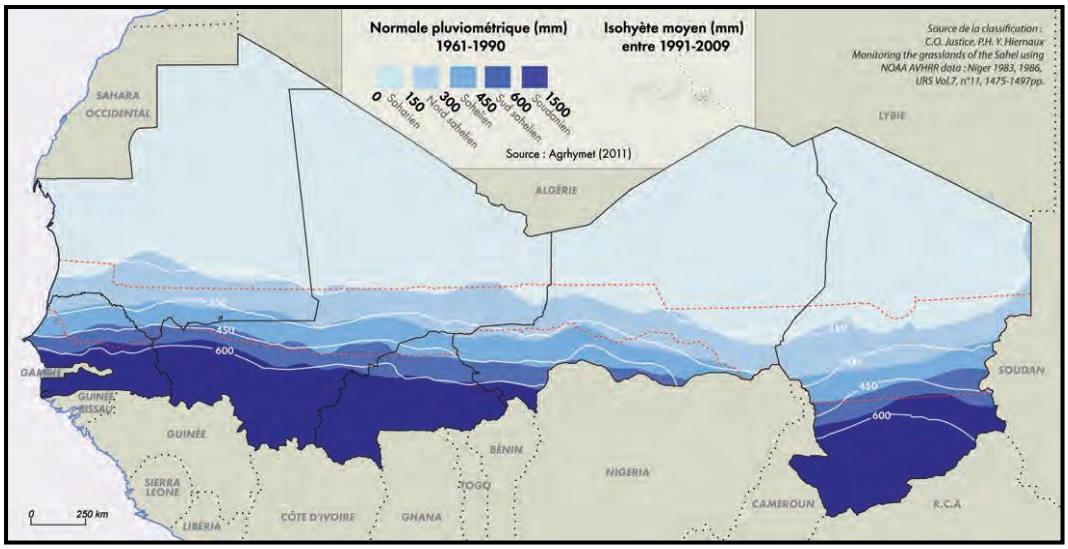


Figure n°1. 6: Normale pluviométrique durant la période 1961-1990 et isohyètes de la période 1991-2009 (données mesurées) (Source : Touré et al, 2012, in Atlas SIPSA, 2012)

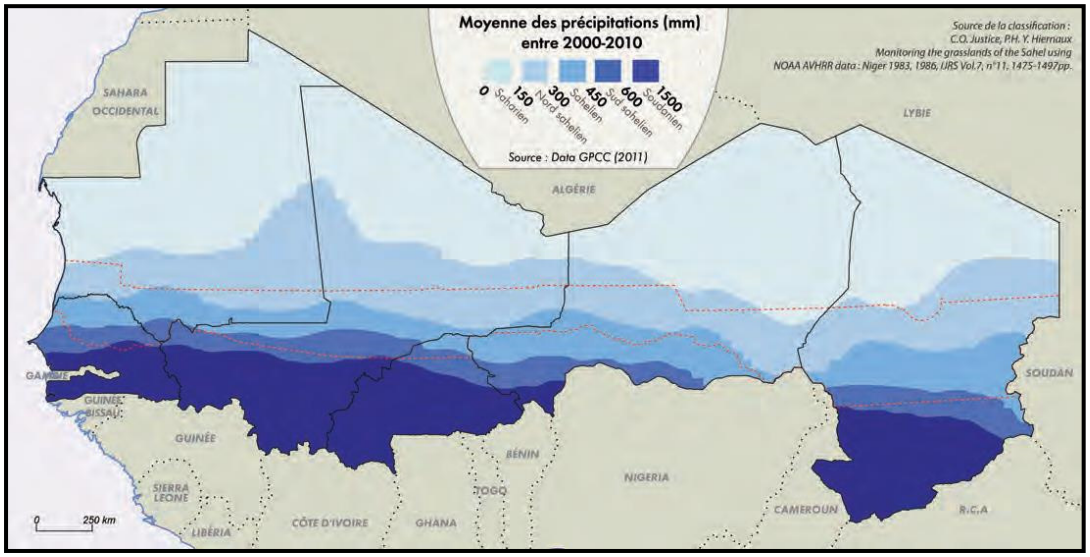


Figure n°1. 7: Moyenne des précipitations entre 2000 et 2010 (données estimées), (Source : Touré et al, 2012, in Atlas SIPSA, 2012)

Ainsi, l'analyse des données pluviométriques, qu'elles soient mesurées ou estimées, met en évidence les grandes tendances qui caractérisent l'évolution des précipitations dans notre zone d'étude. Il s'agit d'une alternance des périodes sèches et humides dans l'ensemble du Sahel. Nous verrons dans la section suivante **(1.1.4)** que ces variations ont des conséquences notables sur les ressources en eau et sur les ressources végétales.

1.1.4 Le climat sahélien : impacts des changements sur la disponibilité des ressources

S'il y a consensus sur ce qui caractérise la zone sahélienne durant les dernières décennies, cela pourrait être à propos de l'influence notable des conditions climatiques sur la disponibilité des ressources en eau et des ressources végétales. Sur le plan hydrologique, les différentes phases de renforcement ou d'affaiblissement des précipitations influent directement sur le fonctionnement hydrologique en plus des facteurs liées à l'occupation du sol (Descroix *et al*., 2009). L'une des principales caractéristiques du climat dans la région, est le contraste important entre la pluviométrie et l'évapotranspiration potentielle (ETP). En effet très généralement l'ETP est supérieure à la pluviométrie au Sahel. Ce phénomène a pour conséquence directe que les ressources en eau souterraine et en eau de surface sont soumises à un bilan négatif en termes d'entrée et de sortie d'eau.

La productivité des pâturages est également fortement corrélée à l'abondance des pluies (Courel *et al*., 1988). Quand le climat devient plus sec, la production de biomasse décroit et la variabilité interannuelle de celle-ci augmente notamment sur les sols sableux et les sols peu profonds. La production augmente dans les dépressions où les sols argileux retiennent les eaux pluviales et les eaux de ruissellements (Hiernaux *et al*., 2009 b). Il faut également noter que l'alternance de la longue saison sèche avec la courte saison des pluies influe de façon importante sur le bilan énergétique, l'humidité du sol et donc la production de biomasse (De Rosnay *et al*., 2009 ; Timouk *et al*., 2009). Pendant les périodes de sécheresse, on peut prévoir une importante diminution des ressources en eau et des ressources végétales. En revanche, dès qu'il y a un accroissement notable du volume des précipitations, on note une densification du couvert végétal et une extension des surfaces en eau (Nicholson & Palao, 1993 ; Nicholson *et al*., 2000 ; Evans et al. 2004 ; Olsson *et al.,* 2005 ; Hermann *et al*., 2005 ; Lebel & Ali, 2009).

La forte variabilité spatio-temporelle est ainsi l'élément caractéristique du contexte climatique de la macro-région sahélienne. Ses impacts sur les ressources pastorales (eau, végétation) sont parfois positifs, parfois dramatiques.

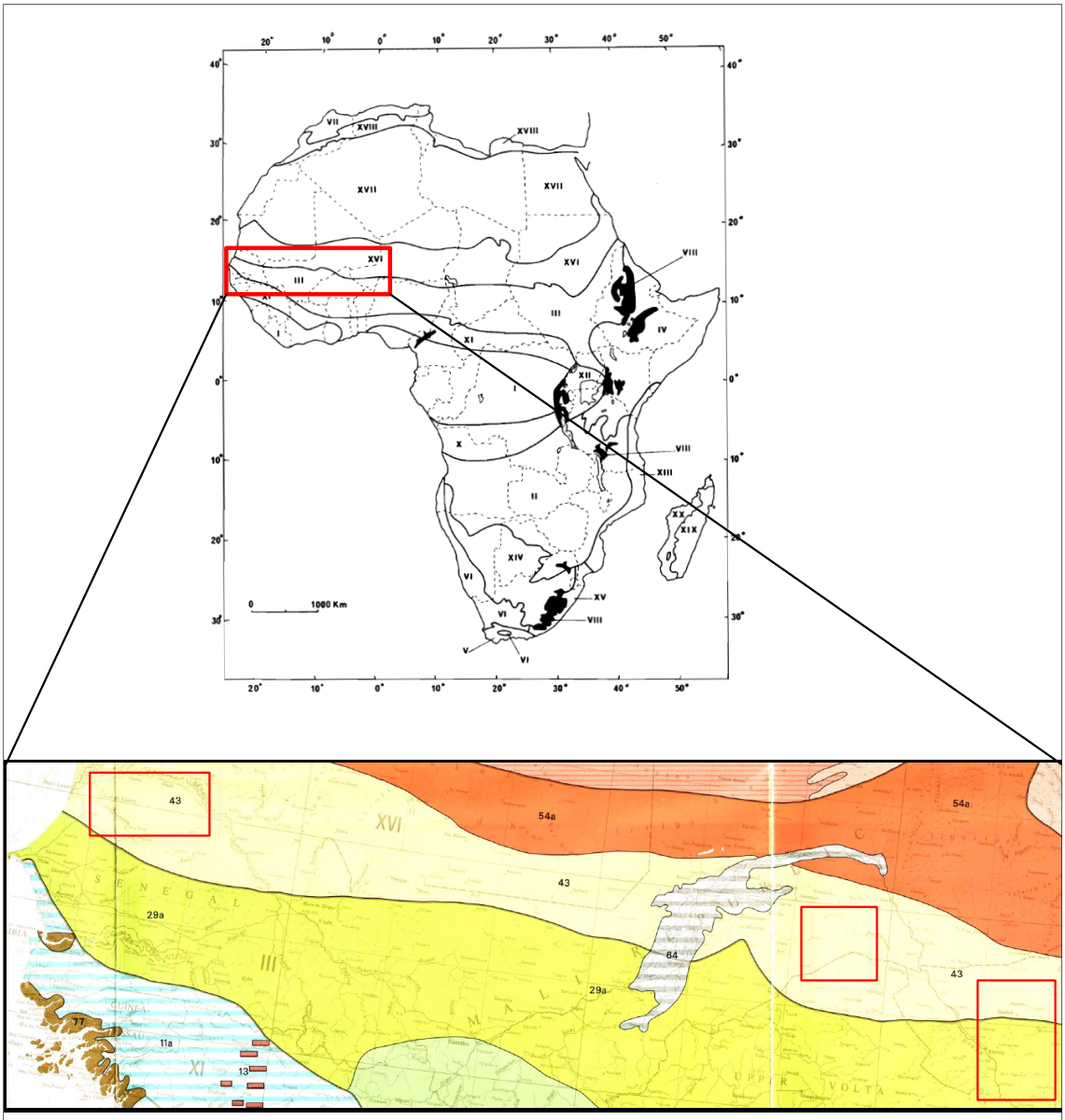
1.2 La végétation et sa distribution spatiale en fonction du climat et des sols

Dans la macro-région sahélienne, le zonage bioclimatique c'est-à-dire la différenciation latitudinale des formations végétales suivant le gradient climatique a fait l'objet de plusieurs travaux (Chevalier, 1900 ; Trochain, 1940 ; Aubréville, 1950 ; White, 1986 ; Arbonnier, 2002). En nous référant à ces travaux, nous présenterons ici la structure et la composition des formations végétales de cette vaste région. Nous verrons que l'organisation spatiale de la végétation est fonction de la distribution méridienne des pluies (Hountondji, 2008) et des principaux types de sols. Cependant, les interactions entre les activités humaines et la végétation, notamment à travers les modifications dans l'occupation du sol jouent également un rôle déterminant dans cette répartition spatiale. En raison de la variété de ces interactions, des différences importantes existent entre les trois micro-régions étudiées.

1.2.1 Zonation bioclimatique de la végétation à l'échelle macro-régionale

D'après les études classiques (Chevalier, 1900 ; Trochain, 1940 ; Aubréville, 1950 ; White, 1986 ; Arbonnier, 2002), il existe une zonalité marquée dans la répartition des types de formations végétales en Afrique de l'Ouest. La classification des formations végétales sur la base de facteurs climatiques a permis à des auteurs comme Aubréville (1950) de distinguer plusieurs ensembles bioclimatiques parmi lesquels on compte le domaine sahélo-soudanien. Au nord de la bande sahélo-soudanienne, les paysages de steppes dominent alors que, vers le sud de celle-ci, les paysages de savanes arbustives et arborées occupent l'espace. Sur le plan pluviométrique, ce domaine se caractérise par des moyennes étalées entre 400 et 950 mm par an.

Dans le même esprit de classification, des entités phytogéographiques ou phytochories ont été définies par White (1986). Ce dernier a déterminé *une zone de transition régionale* du Sahel et un *centre régional d'endémisme soudanien* qui correspondent au domaine sahélo-soudanien (**Figure n°1.8**). C'est dans cet ensemble macro-régional que nos trois micro-régions se situent. En effet, la répartition de la végétation au sein de la macro-région sahélo-soudanienne n'est pas uniforme. Il y a même des contrastes assez frappants entre les différentes micro-régions qui la composent.



III. Centre régional d'endémisme soudanien
XVI. Zone de transition régionale du Sahel
XI. Zone de transition régionale guinéocongolaise-soudanienne

Figure n°1. 8: Extrait de la carte de végétation de l'Afrique (Source : White, 1986)

Dans le Ferlo, le couvert végétal est très variable d'une année sur l'autre tandis que dans le Fakara, le couvert végétal est d'aspect plus constant. Ceci traduit le fait que la production de biomasse demeure faible d'une année sur l'autre dans le Fakara nigérien contrairement à ce qui se passe dans le Ferlo ou le Gourma. Ainsi, en dehors du climat, formulons-nous l'hypothèse que ces différences sont la résultante de modes d'occupation et d'utilisation du sol que les classifications bioclimatiques ne permettent pas, à elles seules, de saisir.

1.2.2 Les formations végétales dominantes

Au sein de la macro-région, Les formations végétales dominantes appartiennent au type sahélien défini par Riser (1999). Leur description suivra les travaux de Penning, de Vries & Djitéye (1982), Tracol (2004), Hiernaux & Le Houérou (2006), Hountondji (2008), Dardel (2014). Du nord au sud, la végétation s'organiserait ainsi au sein de deux grands biomes : le biome « semi-désertique » qui relève du domaine nord sahélien et le biome « savane sèche » situé dans le domaine sud sahélien **(Figure n°1.9).** Au sein de ces biomes, la végétation se différencie entre les steppes arbustives ou arborées et la brousse tigrée.

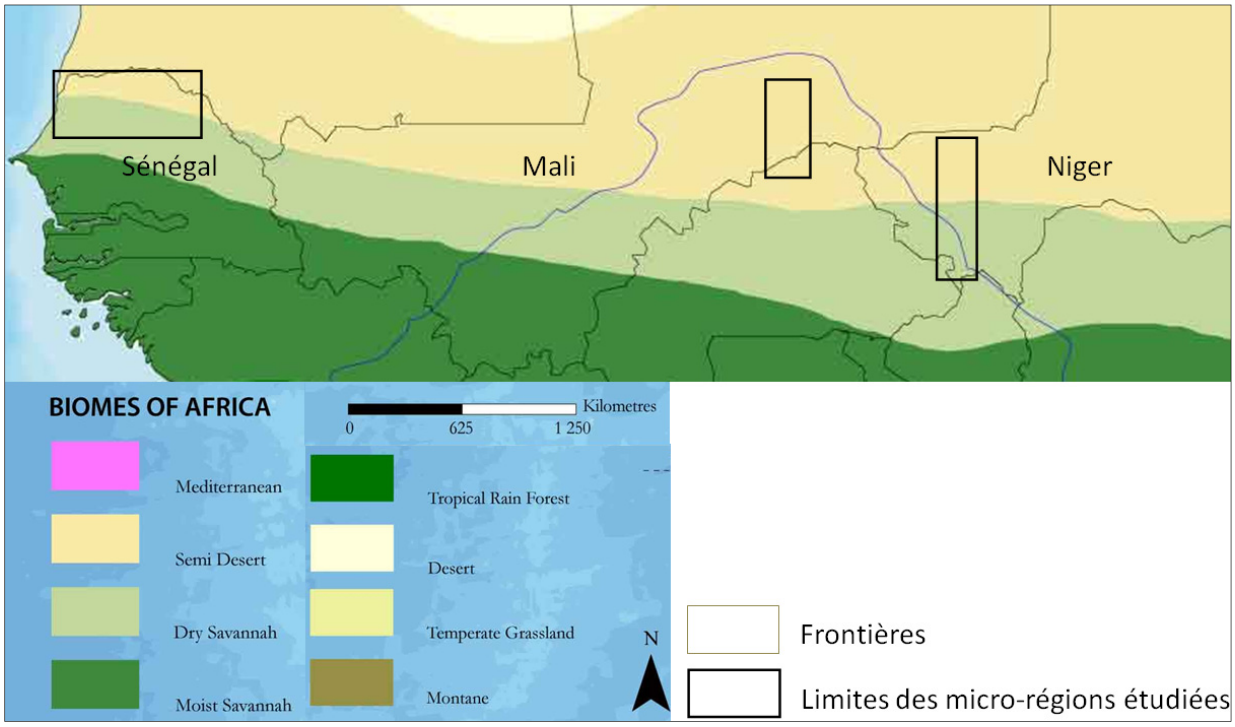


Figure n°1. 9: Les biomes (d'après UNEP, 2008)

1.2.2.1 Les steppes

Les formations de steppes **(Figure n° 1.10 et n°1.11)** sont très clairsemées par définition. Une steppe présente un tapis herbacé discontinu avec une strate herbacée dominée notamment par des Poacées annuelles : *Cenchrus biflorus, Schoenefeldia gracilis, Eragrostis tremula, etc.* Ces Poacées, auxquelles il faudrait ajouter des Fabacées (Légumineuses) comme *Zornia glochidiata*, sont très utiles aux populations locales car ce sont des espèces appréciées par le bétail, quoique avec des différences : le cram cram (*Cenchrus biflorus*) est ainsi considérée comme une médiocre espèce fourragère à l'inverse, par exemple, d'*Eragrostis tremula*.

Généralement présente sur sols sableux, cette formation végétale présente aussi une strate ligneuse ouverte. Les espèces ligneuses les plus fréquentes dans ce domaine sont : *Acacia senegal, Calotropis procera, Pterocarpus lucens, Combretum glutinosum, Sclerocarya birrea, Balanites aegyptiaca, Boscia senegalensis.* Les espèces comme *Acacia seyal* , *Acacia*

nilotica, Anogeissus leiocarpus, Ziziphus mauritiania sont localisées généralement sur sols limoneux et/ou argileux. Tout comme les herbacées, certaines espèces ligneuses constituent des ressources fourragères importantes à cause de leur feuillage très recherché par les éleveurs pendant la longue saison sèche. De ce point de vue, *Faidherbia albida* (appelé « gao » en songhai ou « balanzan » en bambara) dont le feuillage apparaît en contre-saison est un arbre particulièrement favorisé par les sociétés rurales agro-pastorales.

Figure n°1. 10: Steppe arborée, Téssékré (Ferlo, Sénégal), (Source: Marega, novembre 2010)

Figure n°1. 11: Steppe arbustive, Hombori, (Gourma, Mali) (Source : Marega, décembre 2009)

1.2.2.2 La brousse tigrée

La brousse tigrée **(Figure n°1.12)**, est une formation végétale résultant de la contraction de la végétation qui génère des bandes végétales arbustives ou buissonnantes séparées par des bandes où la végétation se réduit à la steppe (Poncet, 1986 ; Casenave & Valentin, 1989 ; D'Herbes *et al.*, 1997). Une combinaison particulière de conditions climatiques, topographiques et édaphiques est à l'origine de sa mise en place (Hiernaux *et al*., 2006). C'est le domaine des Fabacées (*Acacia raddiana, Acacia seyal*), *mais,* d'après Arbonnier (2000), on y trouve beaucoup de *Combretum micranthum.*

Figure n°1. 12: Paysage de brousse tigrée dans le Fakara nigérien (Cliché F.Mougenot)

On y trouve également *Guiera senegalensis, Boscia senegalensis, Grewia flavescens, Pterocarpus lucens, etc.* Outre leur exploitation fourragère, ces espèces sont recherchées pour le bois qu'elles fournissent aux sociétés rurales. Certaines sont également utilisées par la médecine traditionnelle ou pour l'alimentation humaine. Dans le Fakara, les paysages de brousse tigrée connaissent un recul, parfois très fort, de l'ordre 80 % à 100 % entre 1965 et 2010 dans certains finages (San Emeterio *et al.*, 2013). Face à cette situation, des actions de reboisement sont entreprises par les forestiers comme l'illustrent par exemple les plantations « en demi-lune » **(Figure n°1.13).**

Figure n°1. 13: Reboisement du plateau latéritique ; plantation en demi-lunes de Bauhinia rufescens (Kirib Kaina, nord Fakara ; photo A. Génin, 2009).

1.2.2.3 Organisation spatiale de la végétation en fonction des sols

Nous avons vu que le climat tient un rôle déterminant dans l'organisation zonale d'ensemble de la végétation sahélo-soudanienne à travers le gradient pluviométrique du nord au sud (Penning de Vries & Djitèye, 1982). Dans cette région, les espèces végétales sont adaptées aux fluctuations climatiques pouvant aller de conditions humides à des conditions arides, voire hyperarides certaines années (Hiernaux & Le Houérou, 2006). Dans le détail, la nature des sols et la topographie modulent le gradient bioclimatique et permettent de mieux appréhender le caractère hétérogène du couvert végétal au Sahel. En effet, à l'échelle macro-régionale, les formations de steppe arborée, de steppe arbustive ou de brousse tigrée sont organisées au sein de grandes unités topographiques et pédologiques, tandis qu'à l'échelle micro-régionale voire locale, différents faciès apparaissent en fonction des micro-reliefs ou de l'utilisation du sol.

Au sein de la macro-région sahélo-soudanienne, la couverture morpho-pédologique est marquée par de grandes vallées, de vastes plaines qui alternent avec des plateaux moins accidentés (Boudet, 1972 ; Seck & Mondjannagni, 1975 ; Riser, 1999). Nous nous intéresserons ici particulièrement à la couverture pédologique **(Figure n°1.14)** car la nature des sols est déterminante en termes d'infiltration et de stockage de l'eau. Ces sols sont plus ou moins fertiles, avec des conséquences sur le développement de la végétation (Dardel, 2014). Les types de sols majoritairement présents dans notre zone d'étude sont les sols sableux (*arénosols),* les sols latéritiques peu profonds (*leptosols*), les affleurements rocheux

et les sols bruns foncés argilo-sableux (*vertisols)* dans les zones de bas-fonds (Jones *et al.*, 2013).

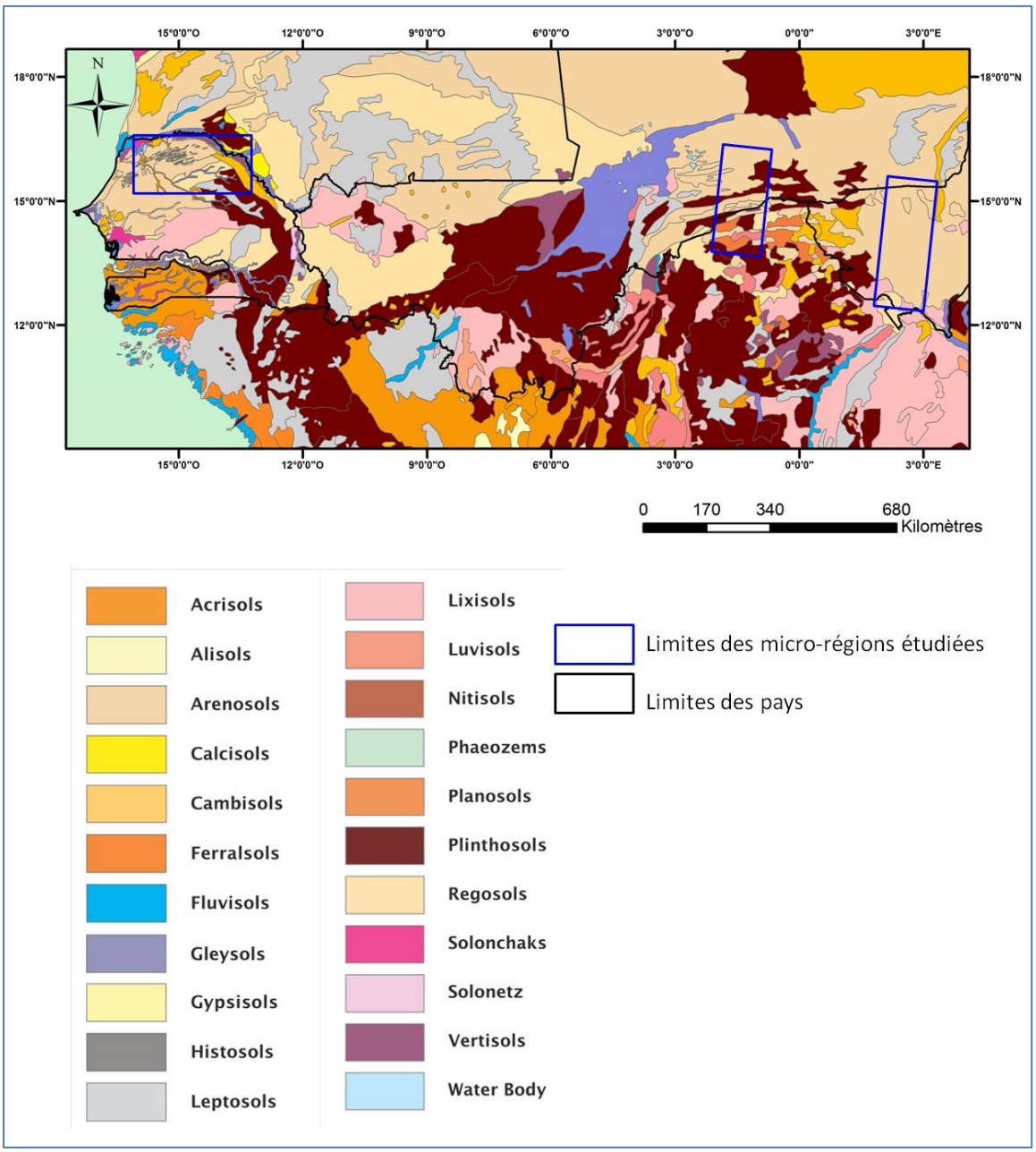


Figure n°1. 14: Répartition des principaux types de sols
(Source : http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/library/maps/africa_atlas/)

La production végétale est moyenne sur les sols sableux tandis que dans les bas-fonds argilo-sableux, en raison de la présence d'eau et d'une humidité relativement élevée, la production de biomasse est forte une bonne partie de l'année, ce qui conduit à la présence d'une proportion importante de plantes pérennes (Penning, de Vries & Djitéye, 1982). Les zones de bas-fonds argilo-sableux sont, de ce fait, des espaces à fort potentiel agricole et pastoral. Sur les sols latéritiques ou sur les affleurements rocheux, le couvert végétal est moins dense que sur les types de sols précédemment décrits, d'autant qu'il s'agit des sols très évolués, donnant peu d'éléments nutritifs aux plantes.

L'organisation spatiale de la végétation dans la macro-région étudiée obéit donc en grande partie au climat et à la distribution des sols. Cependant à l'échelle micro-régionale, l'occupation et l'utilisation du sol deviennent des facteurs déterminants car elles expliquent dans une large mesure les contrastes inter-régions. Par ailleurs, les approches bioclimatiques méritent d'être revisitées pour mieux apprécier, d'une part, le rôle de l'action anthropique et, d'autre part, les impacts sur la végétation des sécheresses continues qui ont frappé le Sahel entre les années 1970 et les années 1980 (Alexandre *et al*., 1998, Alexandre et Génin, 2008 ; CSAO/OCDE, 2015). Outre les descriptions de la structure, de la physionomie et de la répartition des formations végétales, notre intérêt pour le couvert végétal est motivé par le rôle important qu'il joue dans les sociétés rurales en particulier pour les agropasteurs. De ce fait, dans notre approche, nous aborderons et étudierons le couvert végétal avant tout comme une ressource.

1.3 Les micro-régions d'étude : définitions et caractéristiques socio-environnementales

Sur un plan strictement géographique, les trois micro-régions au cœur de cette étude se situent dans la partie sahélienne de trois pays que sont : le Sénégal, le Mali et le Niger. Il s'agit du Ferlo située dans le nord du Sénégal**,** du Gourma située dans le centre-est du Mali et du Fakara dans le Sud-Ouest du Niger**.** Le choix de ces micro-régions a été en partie guidé par notre participation au programme *ECliS*. Les sites étudiés dans le cadre du programme ECLIS étaient définis par des frontières communales : pour cette raison, les communes de Téssékré, de Hombori et de Dantiandou ont constitué les noyaux autour desquels nous avons défini nos trois régions d'étude. Les principales raisons qui justifient ce choix sont les suivantes :

- l'existence au sein de ces sites d'une instrumentation et d'une documentation très riche. Les communes de Hombori et Dantiandou font partie du réseau d'observation *AMMA-CATCH*[4]. Le suivi à long terme dans le cadre du réseau *ROSELT*[5] de l'*OSS*[6] a couvert les communes de Dantiandou et de Téssékré.

- la richesse bibliographique et la profondeur historique des données récoltées sur ces sites, favorisent des études approfondies sur l'état de l'art.

- L'existence d'une première étude réalisée en master sur le site de Hombori[7]. Conformément au projet de thèse issu de ce mémoire de master et en relation avec le travail de la tâche « régionalisation » du programme *ECLIS* dans laquelle mes travaux s'inscrivaient, le Gourma malien est ici mis en perspective avec le Ferlo et le Fakara du Niger.

---

[4] Couplage de l'Atmosphère Tropicale et du Cycle Hydrologique.

[5] Le Réseau d'Observatoires de Surveillance Ecologique à Long Terme (ROSELT) regroupe, sur l'ensemble du circum-Sahara, 25 observatoires répartis entre 11 pays en Afrique du Nord, en Afrique de l'Ouest et en Afrique de l'Est. Il a été initié en 1994.

[6] L'Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS) est une organisation intergouvernementale internationale créée en 1992 et basée à Tunis (Tunisie). L'OSS s'est spécialisée dans la surveillance environnementale et la gestion des ressources naturelles, avec une attention particulière aux questions relatives à l'eau et à la terre en Afrique.

[7] Ce mémoire de Master 2 avait pour objet d'étude les stratégies d'adaptation des éleveurs du Gourma malien face à l'évolution des ressources pastorales.

L'une des limites de l'approche par site est de se prêter à une régionalisation limitée aux seules communes où l'analyse et le suivi sont menés. Alors que le programme de l'ANR *ECliS* se donnait comme objectif la régionalisation de ses résultats, le but n'a été que très partiellement atteint. L'approche suivie dans le programme s'est essentiellement focalisée sur les sites ateliers. De ce fait, l'échelle locale a progressivement exclu la prise en compte de la diversité des situations observées aux échelles micro-régionale et régionale. Or les interactions entre les pasteurs, les agropasteurs et leurs ressources fourragères dépassent le cadre local et s'inscrivent dans une dynamique spatio-temporelle qui nécessite une approche multi-scalaire.

A partir de ce constat, les trois micro-régions d'étude chacune englobant l'une des trois communes étudiées par *ECLIS* ont été définies en agrégeant les informations collectées dans plusieurs villages des régions du Ferlo (Sénégal), du Gourma (Mali) et une partie du Fakara (Niger).

Notre travail s'inscrit dans une démarche comparative. Dans ce cadre, deux options sont généralement envisagées. Dans la première, on étudie deux phénomènes ayant des points de divergences évidents pour tenter de comprendre ces divergences. La deuxième possibilité consiste à s'intéresser à deux phénomènes convergents avec comme objectif de comprendre la convergence, et également d'essayer de déceler des différences dans celle-ci (Reynaud, 1984). Ici, nous privilégions l'approche géographique qui permet de questionner les différences entre nos micro-régions et suivant quelles modalités spatiales ces contrastes peuvent être observés et analysés. Parmi les critères précis de comparaison, nous retiendrons la couverture du sol par la végétation sur le plan quantitatif car la végétation est une ressource capitale pour la tenue des activités agropastorales. Nous prendrons également comme critère comparaison, la diversité des stratégies d'adaptation dévéloppées par les sociétés rurales dans des contextes géographiques caractérisés par une évolution similaire des précipitations au sein des trois micro-régions. Dans ce contexte géoclimatique comparable, il existe des contrastes dans l'occupation du sol entre les micro-régions du Ferlo et du Gourma par rapport à celle du Fakara. Nous tenterons de questionner ces contrastes en vue de comprendre les tendances observées dans l'évolution de l'occupation du sol.

Géographiquement, les trois micro-régions s'agencent au sein du gradient bioclimatique sahélo-soudanien. La micro-région du Ferlo se situe entre 15°00' et 16°50' de Latitude nord, 12°75' et 16°80' longitude ouest. Celle du Gourma se situent entre 13°60' et 16°50' latitude nord, 00°50' et 02°30' de longitude ouest. Enfin la micro-région située dans le Fakara nigérien est à cheval sur 12°20' et 15°00' de Latitude nord, 02°00' et 03°50' de longitude est[8]. Cette position spatiale des micro-régions permettra de mettre en évidence d'éventuelles différences ouest-est et nord-sud. Suivant le gradient bioclimatique, les micro-régions du Ferlo et du Gourma font partie du domaine sahélien avec des précipitations moyennes comprises entre 200 et 500 mm par an, tandis que la micro-région du Fakara nigérien relève du domaine sahélo-soudanien avec des précipitations moyennes annuelles comprises entre 250 et 750 mm. Sur le plan du couvert végétal, la micro-région du Gourma

[8] Il s'agit ici de donner une première indication générale pour situer les régions étudiées. La géo-localisation au sens classique sera cartée dans les **sections 1.3.1, 1.3.2, .13.3**

est dominée par les steppes. Celles du Ferlo et du Fakara s'articulent sur des steppes arbustives et des savanes arborées. Dans le Fakara, on note également la présence d'une formation végétale de brousse tigrée qui laisse place, plus au sud, à la savane arborée du parc du W, aux frontières avec le Bénin et le Burkina-Fasso. Par ailleurs, le relief à dominante dunaire du Ferlo contraste avec celui des monts Hombori du Gourma et des plateaux entaillées par les « coris » et les « dallols », vallées fossiles du Fakara nigérien.

Sur le plan socio-économique, les trois micro-régions connaissent les mêmes systèmes de production à savoir l'agriculture et l'élevage avec des degrés variés d'intensification. A la suite des injonctions d'ajustement structurel dans les années 80 aux trois pays concernés, les modalités différentes selon les pays de la mise en place de la privatisation et de la monétarisation voire du désengagement de l'état dans le développement rural peuvent participer aux contrastes entre les micro-régions. Dans les trois micro-régions, la croissance démographique est très forte et influence plus ou moins directement l'évolution de l'occupation et de l'utilisation du sol. Sur le plan politique, à travers les phénomènes récents de décentralisation et le transfert des compétences plus ou moins réalisés selon le pays, les collectivités locales deviennent à des degrés divers des acteurs incontournables en matière de gestion des ressources naturelles. A ce stade, une description détaillée des trois micro-régions s'impose afin de dégager les caractéristiques de chaque espace.

1.3.1 La micro-région du Ferlo

Situé au sud et à l'ouest de la vallée du fleuve Sénégal **(Figure n°1.15),** le Ferlo dans son ensemble occupe une surface d'environ 57 269 km^2 d'après le CSE (2009). Autrement appelé Sahel sénégalais, le Ferlo qui tire son nom d'un fleuve aujourd'hui fossile est un vaste territoire agropastoral (mais surtout pastoral) qui occupe une grande partie du Sénégal intérieur. Le climat est de type sahélien avec une pluviométrie moyenne annuelle entre 300 et 500 mm du nord au sud (Ndong, 1996 ; Fall, 2014). Quant à la végétation, elle est essentiellement de type steppique dominée par des herbacées annuelles et des espèces ligneuses comme *Acacia raddiana*, *Balanites aegyptiaca*. La végétation étant une ressource majeure pour les éleveurs qui dominent ici, la majeure partie des terres de cette micro-région a un statut de réserve forestière dont la gestion est contrôlée par le service des Eaux et Forêts. A ce titre, la réserve sylvo-pastorale des Six Forages qui comprend la commune de Téssékré est au cœur de la zone dans laquelle nous avons mené des enquêtes de terrain. Sur le plan agricole, l'élevage transhumant domine le secteur.

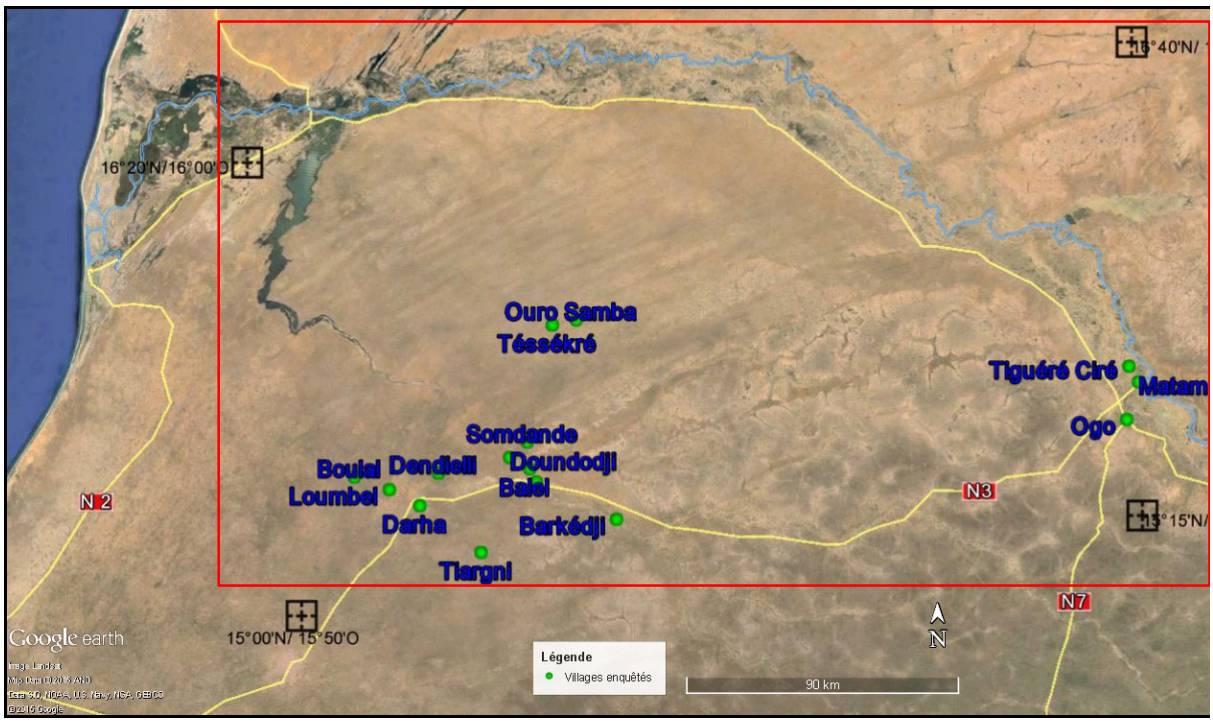


Figure n°1. 15: La micro-région du Ferlo

Il s'agit essentiellement d'un élevage de bovins **(Figure n°1.16),** en particulier des zébus de la race Gobra, mais aussi d'ovins et de caprins sahéliens, et dans une moindre mesure d'asins et d'équins. Outre l'élevage, l'agriculture vivrière (mil, sorgho, niébé, arachide) est relativement pratiquée par les populations locales du Ferlo **(Figure n°1.17).**

Figure n°1. 16: Troupeau bovin autour du village de Boulel, Ferlo (Sénégal). (Source : Marega et Fall, 2010)

Figure n°1. 17: Champs de mil et d'arachide à Dendielli, Ferlo (Sénégal), (Source : Marega et Fall, 2010)

La population du Ferlo est composée majoritairement de Peuls, mais aussi de Wolofs, de Toucouleurs, et de Sérères. Les Peuls et les Wolofs n'ont pas le même rapport à l'espace. En effet, les Peuls sont avant tout des éleveurs transhumants. L'espace pastoral est alors, en lui-même, une ressource commune dont l'usage varie dans le temps et dans l'espace. La temporalité importe beaucoup dans l'appropriation et l'usage de l'espace chez les Peuls. De ce fait, il n'est pas rare de trouver dans le Ferlo plusieurs campements temporaires en fonction des saisons **(Figure n°1.18)**. Même s'ils s'identifient à un territoire villageois, c'est beaucoup plus l'identification et le rattachement à un territoire pastoral large qui importe le plus. Tantôt on parlera de *Waalwaalbe* ou Peul venant du *Waalo,* tantôt de *Jeerinkoobe* ou Peul du *Jeeri (diéri*). Le Waalo représente la vallée du fleuve Sénégal tandis que le Jeeri fait référence à la zone située en dehors de la vallée alluviale. Ce rapport particulier à l'espace prend tout son sens dans le cadre de la transhumance. A la recherche de pâturages et de points d'eau pour le bétail, l'ancrage spatial et territorial est rythmé par la succession des saisons qui conditionnent la disponibilité, l'abondance, ou au contraire la raréfaction des ressources pastorales.

Figure n°1. 18: Campement peul d'Ouro-Samba, Ferlo (Sénégal), (Source: Marega et Fall, 2010).

Contrairement aux Peuls, les Wolofs[9] présents dans le Ferlo sont essentiellement des agriculteurs. Sédentaires, ils sont également des propriétaires terriens dont le rapport à l'espace réside essentiellement dans l'appropriation des terres à cultiver. Cette appropriation des terres va de pair avec la propriété des ressources qui s'y trouvent.

Ainsi les champs semés deviennent des espaces interdits d'accès aux Peuls pendant la saison des pluies**.** Dans le cadre de la transhumance, les Peuls doivent aussi éviter ces champs afin d'éviter les tensions avec les agriculteurs. De ces rapports différents à l'usage de l'espace naît une concurrence spatiale entre peuls et wolofs qui peut se traduire parfois par des situations conflictuelles.

[9] Les Wolofs constituent le peuple majoritaire au Sénégal, d'installation récente dans le Ferlo qui constitue un espace pionnier. Cette présence Wolofs dans le Ferlo se comprend à travers la réactivation du front pionnier à la faveur de l'amélioration des pluies depuis le milieu des années 1990 (Fall, 2014).

1.3.2 La micro-région du Gourma

Le Gourma est une vaste entité géographique partagée entre trois pays sahéliens : le Mali, le Niger et le Burkina Faso. Par opposition à « *Haoussa* » qui désigne la rive gauche, le Gourma fait référence à la rive droite du fleuve Niger. Dans la partie malienne, il se délimite au nord par la boucle du fleuve Niger qui se prolonge à l'est à la frontière du Niger. Au sud, il est délimité par la frontière administrative du Burkina Faso et à l'ouest par le delta intérieur du Niger. Au sein de ce vaste espace, nous avons défini notre micro-région d'étude centrée sur la commune de Hombori et ses alentours **(Figure n°1.19)**. Cette région d'intérêt est située dans la cinquième région administrative du Mali dont le chef-lieu est Mopti. À l'instar du Sahel dans son ensemble, le climat de la micro-région obéit à la zonalité avec une forte variabilité spatio-temporelle des pluies. Les moyennes annuelles des précipitations s'étalent ici entre 200 et 400 mm du nord au sud (Tracol, 2004).

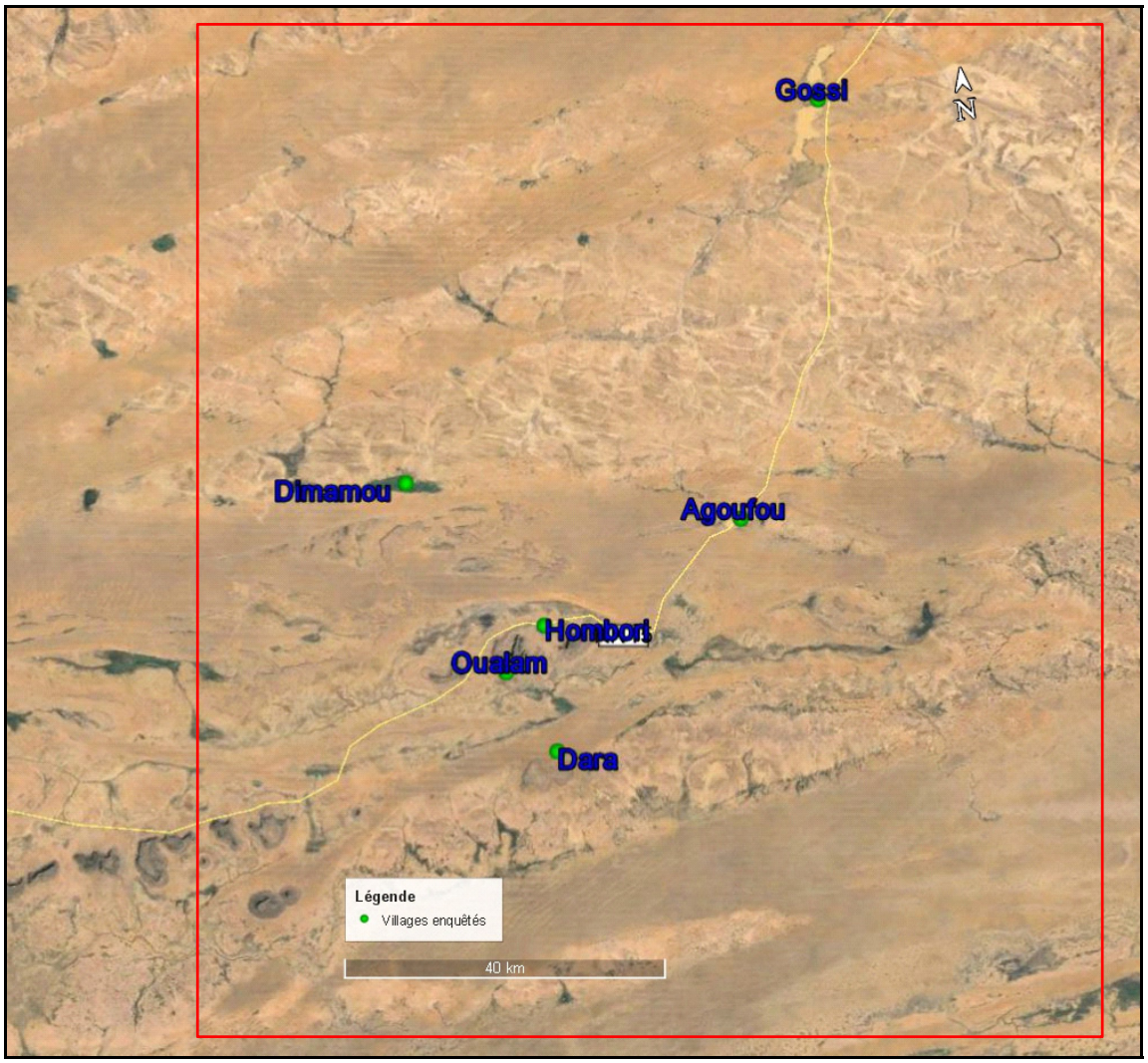


Figure n°1. 19: La micro-région du Gourma

Le développement de la végétation est largement tributaire des trois à quatre mois de pluies entre juin et septembre (Hiernaux & Le Houérou 2006). Comme dans les deux autres micro-régions étudiées, elle est constituée essentiellement par un tapis herbacé, dominé par des annuelles et très sensible aux premières pluies (Grouzis, 1992). Parmi les différentes espèces herbacées, on rencontre des Poacées (Graminées) : *Cenchrus biflorus, Aristida mutabilis, Schoenefeldia gracilis.* On trouve également des Légumineuses comme *Zornia glochidiata et Alysicarpus ovalifolius*, très appétées par le bétail. Pour ce qui est de la strate ligneuse, elle est discontinue et dominée par : *Acacia raddiana, Acacia senegal, Balanites aegyptiaca, Combretum glutinosum*, *Sclerocarya birrea.* On note une autre espèce très recherchée pour son potentiel fourrager : *Grewia bicolor.* Le paysage dominant qui caractérise la micro-région est une alternance de dunes sableuses et des bas-fonds argilo-sableux. On trouve aussi des affleurements rocheux, souvent rectilignes (Ag Mohamed, 1992, Diallo & Gjessing, 1999). Le plus haut sommet, le mont Hombori avec 1155 m d'altitude (Marie, 1977), est aussi le point culminant du Mali.

L'étendue spatiale du Gourma, combinée à son fort potentiel fourrager, fait de cette micro-région une zone agropastorale. Avec une moyenne de 4 unités de bétail tropical par habitant dans la commune de Hombori, l'élevage domine le secteur agricole. Il s'agit essentiellement d'un élevage de type transhumant dominé par les bovins, mais comprenant aussi ovins et caprins, et accessoirement des asins et camelins **(Figure n°1.20).** L'agriculture y est pratiquée de façon extensive et, comme dans le Ferlo, demeure moins importante que l'élevage. Les cultures vivrières dominantes sont le mil, le sorgho et le niébé. Les différentes activités agropastorales sont pratiquées par des populations *Songhaïs, Peuls, Touaregs, Maures,* etc. **(Figure n°1.21)**. Les *Songhaïs et les Peuls* dominent largement. Si les Songhaïs étaient souvent des agriculteurs sédentaires, les Peuls étaient traditionnellement des éleveurs transhumants. Pour les uns ou les autres, le rapport à l'espace tenait à la structure des activités dominantes à savoir l'agriculture et l'élevage. Cependant, cette distinction entre agriculteurs sédentaires et éleveurs nomades mérite d'être revue car elle ne reflète plus totalement la réalité d'aujourd'hui. En effet, depuis les sécheresses des années 1970 et 1980, les populations locales de cette partie du Sahel combinent de plus en plus l'agriculture et l'élevage et de ce fait, ils deviennent progressivement des agropasteurs mi-nomades, mi-sédentaires.

Figure n°1. 20: Troupeau bovins autour d'une mare temporaire à Hombori (Mali), (Source: Marega, 2009)

Figure n°1. 21: Groupe d'éleveurs dans le marché à bétail de Gossi, Hombori (Mali), (Source: Marega 2009).

1.3.3 La micro-région du Fakara

Cet espace micro-régional regroupe un ensemble de villages et de campements présents dans le Sud-Ouest du Niger. La micro-région est située dans la zone géographique du Fakara (13-14°N-2-3W) à 80 km de Niamey. Elle se trouve dans le département de Kollo, et la région de Tillabéry **(Figure n°1.22)**. Située entre les *dallols* et le fleuve Niger au sud-ouest du bassin sédimentaire des Iullemmeden (Hiernaux & Ayantude, 2004), la micro-région d'étude, plus méridionale, fait partie du domaine sahélo-soudanien. Sur le plan climatique, on a enregistré dans cette zone une pluviométrie moyenne de l'ordre de 667 mm/an durant la période 1951-1970, 480 mm/an durant la période 1971-1990 et 520 mm/an durant la période 1990-2009 (Descroix *et al*., 2009). En outre, l'irrégularité annuelle des précipitations est très marquée dans la micro-région étudiée (Souley Yero, 2013) et induit des effets qui ont parfois été catastrophiques sur les systèmes de production (Casenave & Valentin, 1989). En particulier, la baisse de la production de biomasse est l'une des conséquences de cette forte variabilité spatio-temporelle de la pluie. Suivant la toposéquence composée du plateau latéritique au sommet suivi d'un talus rocheux prolongé par les piedmonts de glacis encroutés, avec en contrebas les zones de bas-fonds dont une partie de la surface collecte de l'eau pour des bandes de végétation profitant ainsi, en surplus des eaux pluviales reçues directement, des eaux de ruissellement, d'un impluvium naturel situé immédiatement en amont (Galle *et al*., 1999).

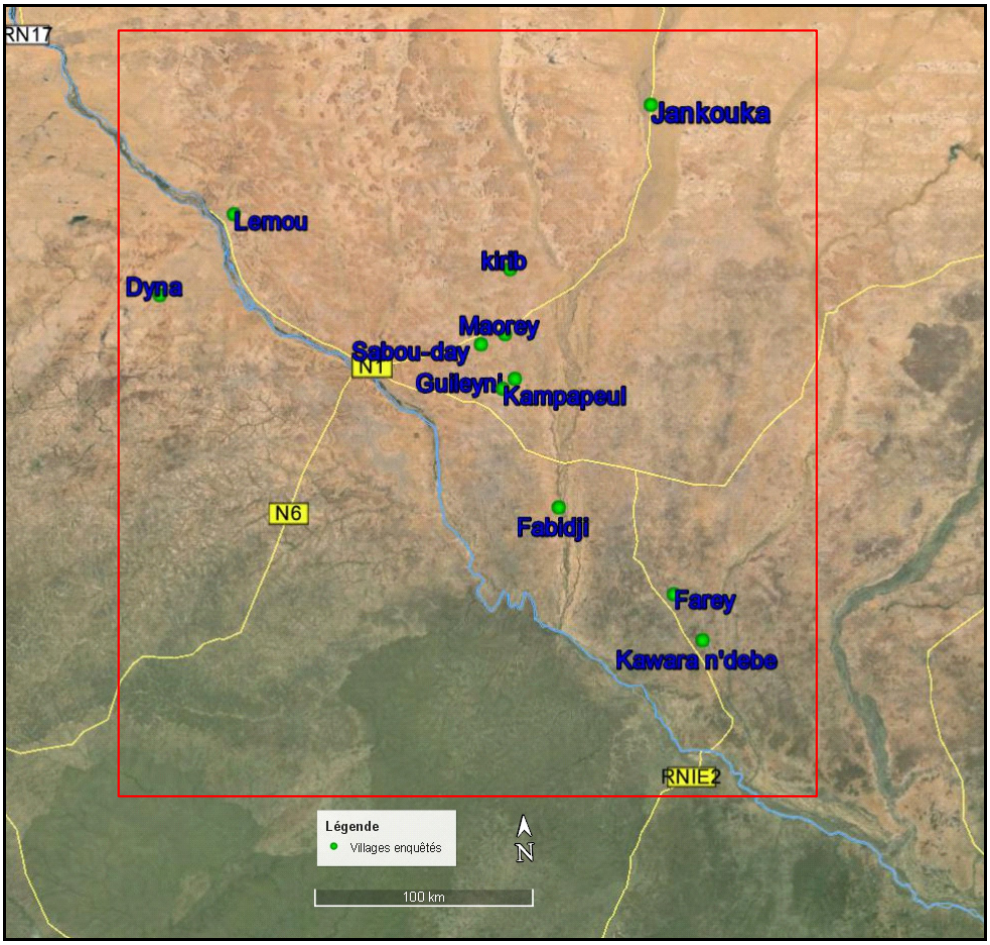


Figure n°1. 22: La micro-région du Fakara Niger

Dans le Fakara, la brousse tigrée est localisée dans les secteurs de plateaux latéritiques avec une alternance de bandes nues et de bandes boisées (Casenave & Valentin, 1989). Dans cette région sahélo-soudaniennes, dans les espèces ligneuses, les Combrétacées *(Combretum micranthum, Combretum nigricans, Combretum glutinosum, Guiera senegalensis)* dominent les Mimosacées (*Acacia spp.)* (Cappelaere *et al*., 2009 ; Pini & Tarchiani, 2007). Par ailleurs, on rencontre de la végétation ligneuse au niveau des talus, des glacis et dans les bas-fonds. Les conditions micro-climatiques et édaphiques dans les bas-fonds favorisent une végétation pérenne et parfois dense **(Figure n°1.23).** Ces bas-fonds sont ponctués par *Faidherbia albida*. On y rencontre également *Piliostigma reticulatum, Acacia nilotica*. Dans la partie nord de la micro-région de Dantiandou, le tapis herbacé domine. Il est constitué essentiellement de graminées annuelles. Des espèces soudaniennes comme *Digitaria gayana* s'ajoutent à *Cenchrus biflorus* ou *Eragrostis tremula* pour constituer la ressource fourragère. On peut parler d'un système agropastoral dans cette partie du Niger. Contrairement à la micro-région du Ferlo et à celle du Gourma, l'agriculture est la principale activité économique suivie de l'élevage. On verra plus loin que ces systèmes de production ont eu des impacts considérables sur l'évolution de la couverture végétale.

Figure n°1. 23: Végétation de zones humides avec un tapis herbacé très dense à Fabidji (Fakara Niger). Zone de pâturage fréquentée par quelques bovins qu'on aperçoit au second plan. (Source : San Emétério, novembre 2009).

La croissance démographique particulièrement forte qu'a connu cette région durant les dernières décennies (de 1980 à nos jours) a entraîné une pression foncière (Hiernaux *et al*., 2004), qui s'est traduite par une notable expansion des surfaces cultivées de l'ordre de 13,5 % entre 1950 et 1975 (Bode, 2004 ; San Emeterio *et al*., 2013). Au sein de l'espace étudié, ces différentes activités sont pratiquées par essentiellement par les Zarmas, les Peuls et les Touaregs. Les Zarmas sont en général des agriculteurs sédentaires tandis que les Peuls et les Touaregs incluent l'élevage transhumant. Leur rapport à l'espace est comparable à ce qui se passe aussi bien dans le Ferlo que dans le Gourma. Si les agriculteurs Zarmas restent au village tout au long de l'année et s'adonnent à une petite activité d'élevage en confiant leurs bovins aux Peuls, les éleveurs Peuls et Touaregs sont mobiles, au moins durant une partie de l'année, car nombre d'entre eux pratiquent aujourd'hui une agriculture d'appoint. C'est dans ce contexte q'une série de villages a été l'objet d'enquêtes et d'observations de terrain le long du gradient bioclimatique, afin d'étudier l'évolution des activités agropastorales en lien avec les stratégies d'adaptation locales.

En guise de synthèse, le **tableau n°1.1** ci-dessous, permet une comparaison des grands traits caractéristiques des trois micro-régions. Il s'agit principalement des particularités physiques et humaines propres à chacune des micro-régions.

Tableau n°1. 1: Synthèse comparée des traits physiques et humains dans les micro-régions d'étude

QUELQUES TRAITS CARACTERISTIQUES	FERLO (SENEGAL)	GOURMA (MALI)	FAKARA (NIGER)
Précipitations moyennes annuelles	250-500 mm	200-450 mm	300-650 mm
Formations végétales dominantes	- Steppes arbustives - Steppes arborées	- Steppes arbustives	- Steppes arbustives - Brousse tigrée - Savane
Principaux types de sols	- Sols sableux - Sols bruns foncés-argilo-sableux	- Sols sableux - Sols bruns foncés argilo-sableux - Sols latéritiques peu profonds/ affleurements rocheux	- Sols sableux - Sols bruns foncés argilo-sableux - Sols latéritiques peu profonds/ affleurements rocheux
Activités dominantes	- Elevage (4,6 UBT/Habitant) - Agriculture vivrière	- Elevage (4 UBT/habitant) - Agriculture vivrière	- Agriculture vivrière - Elevage (1 UBT/habitant)
Principaux groupes ethniques	Peuls, Wolofs	Peuls Songhays	Zarmas (Songhays) Haoussas, Peuls

En conclusion, une première description rapide des trois micro-régions d'étude fait ressortir certains contrastes surtout en ce qui concerne le milieu physique, mais aussi un grand nombre de ressemblances notamment sur le plan des tendances pluviométriques, sur les conditions de vie et les activités des sociétés rurales qui les peuplent. Au vu de la pluviométrie et des activités agropastorales, on s'attendrait donc à une évolution similaire de la ressource fourragère en particulier, de l'occupation et de l'utilisation du sol en général. Pourtant, l'abondante littérature scientifique consacrée aux questions de l'évolution des milieux et des populations rurales dans chacune de ces régions au cours des dernières décennies semble plutôt montrer que l'on assiste à des dynamiques sensiblement différentes. L'une des causes majeures de ces différences serait à rechercher dans la diversité des réponses données par les sociétés rurales du Sahel à la crise climatique des années 1980 et aux évolutions socio-économiques récentes qu'ont connu leur pays et leur région : ce sera, en tout cas, une des hypothèses majeures de cette thèse.

Dans une optique de régionalisation, nous avons privilégié l'approche comparative entre les micro-régions retenues. Ainsi, dans ce mémoire, l'usage de « micro-régions d'étude » fait référence exclusivement aux entités géographiques qui viennent d'être définies et décrites. Etant donné qu'elles sont incluses dans un espace plus vaste, nous parlerons de « macro-région d'étude » pour évoquer la bande sahélo-soudanienne.

Chapitre 2

Chapitre 2: La question socio-environnementale dans les micro-régions étudiées

Ce chapitre a comme objectif de dégager les caractéristiques de la question socio-environnementale, propres aux micro-régions que nous allons étudier. Il s'appuiera notamment sur l'évolution des ressources fourragères dans un contexte où la question de la désertification et de la dégradation des sols a longtemps nourri le débat scientifique (Hubert, 1920 ; Stebbing 1935 ; Lamprey, 1975). La période récente caractérisée par de grandes variations climatiques au Sahel (Nicholson *et al*., 2000 ; Le Barbe *et al*., 2002 ; Ozer *et al*., 2003, Lebel et Ali, 2009) nourrit aujourd'hui le débat autour du reverdissement du Sahel (Anyamba & Tucker, 2005; Herrmann *et al*., 2005 ; Hutchinson *et al*., 2005 ; Olsson *et al*., 2005 ; Dardel, 2014). À ces différentes approches sur les changements environnementaux au Sahel, s'ajoute le débat autour de l'impact de la forte croissance démographique invoquée par de nombreux auteurs (Marcoux, 1996 ; Barbier, 1997 ; Dubresson & Raison, 2003 ; Ferry, 2007) comme étant la cause majeure des importants changements dans les activités agropastorales. Ces mutations sont à replacer dans des contextes politiques parfois instables, caractérisés par les transferts de compétence des états vers les collectivités territoriales sous la dénomination de « décentralisation ». Certains auteurs comme (Fay, 1999 ; Fay *et al.*, 2006 ; Dia *et al*., 2008) se sont attachés à évaluer les premières conséquences d'une telle décentralisation pour les populations sahéliennes. Pour notre part, nous nous efforcerons de comprendre en quoi la décentralisation a pu influencer l'évolution de l'occupation du sol, de l'utilisation des ressources et des activités agropastorales dans les micro-régions étudiées.

2.1 Des agroécosystèmes en mutation : entre changements et crises climatiques, désertification et reverdissement

Parmi les problèmes environnementaux auxquels sont confrontées les régions sahéliennes, figurent les changements climatiques, la désertification (définie ci-après) et la question du reverdissement ou « re-grenning ». L'objectif affiché de cette sous partie est de répondre à la question suivante : de quelle façon ces changements influencent-ils les systèmes agropastoraux de nos micro-régions ?

2.1.1 Changements et crises climatiques

D'après Le Houérou (1997), le Sahel et le Sahara ont connu des périodes d'extrême aridité durant les épisodes glaciaires (de 120 000 ans à 10 000 ans BP). A l'Holocène (il y a 10 000 ans), le Sahel et le Sahara étaient, à l'inverse, verts avec un climat beaucoup plus humide qu'aujourd'hui. A travers l'étude des données paléo-hydrologiques qui remontent à l'Holocène, la vulnérabilité du Sahel aux variations de la mousson sur le long terme a été démontrée par Lézine (2009). D'après Dardel (2014), ce sont les fluctuations des paramètres orbitaux de la Terre qui impactent directement la distribution saisonnière du rayonnement solaire. Cette dernière influence à son tour sur l'intensité et le positionnement de la mousson africaine sur le long terme.

Dans les deux derniers siècles, ces variations et crises climatiques n'ont pas cessé. Les successions d'années sèches et d'années humides auraient même tendance à s'accélérer et à s'intensifier (L'Hote *et al*., 2002 ; Ali, 2011). Par rapport à la période d'avant 1950 et par rapport à la phase actuelle, les tendances pluviométriques mettent en exergue une période particulièrement humide entre 1950-1967. Ainsi, sur la chronique 1900-2010, à la période la plus pluvieuse (1950-1967), succèdent les grandes sécheresses. En effet, le XXe siècle a été a marqué par le déficit pluviométrique le plus important jamais enregistré au Sahel (Hulme, 1996, 2001). A ce titre, le caractère exceptionnel de ce déficit tient tant à son intensité qu'à sa durée. La période 1970-1990 a connu un déficit pluviométrique de l'ordre de 30 à 50 % par rapport à la période de 1950-1969 (Nicholson *et al.,* 1998 ; Lebel *et al*., 2003, 2009) **(Figure n°2.1).**

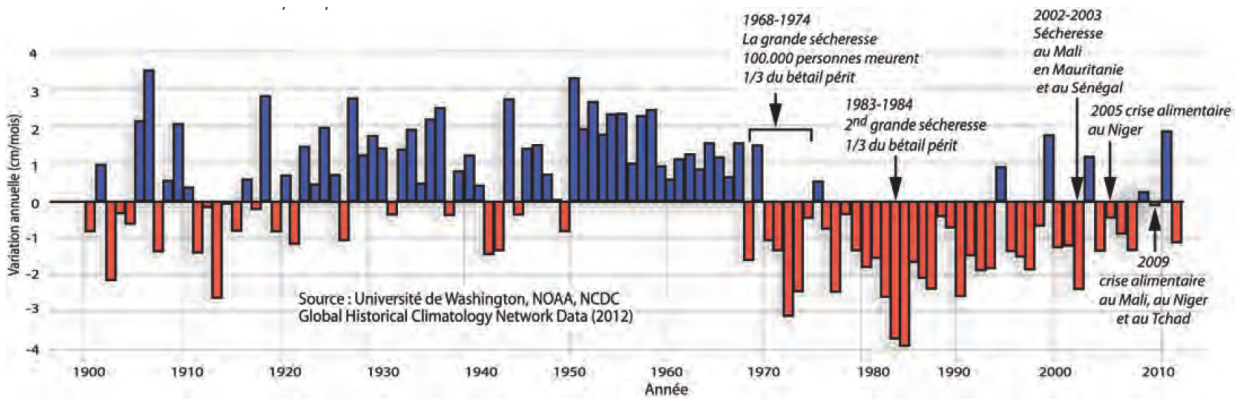


Figure n°2. 1: Indice de variation annuelle des précipitations au Sahel entre 1900 et 2010, (Source : Garba et al, in Sipsa, 2012)

Ces périodes de sécheresse ont fortement touché les populations rurales sahéliennes (Lamb & Peppler, 1992 ; Nicholson *et al*., 2000 ; Le Barbe *et al*., 2002). Plus récemment, les observations scientifiques font état d'un retour significatif des précipitations[10] par rapport aux années de sécheresses. Cette tendance à l'augmentation a été mentionnée par Ozer *et al*. (2003) qui notent un retour vers les normales d'avant les sécheresses. Mahé & Paturel (2009) confirment cette tendance à l'augmentation des précipitations depuis les années 1990. Plusieurs autres auteurs ont observé les mêmes tendances (Nicholson & Palao 1993 ; Nicholson *et al*., 2000 ; Lebel & Ali, 2009).

Dans un contexte de changement climatique global, le dernier rapport du GIEC (Niang *et al*., 2014 *in* GIEC, 2014) fait état d'un réchauffement de l'ordre de +0,5°C pendant les 50 dernières années, et envisage une hausse de +2°C à +4°C au milieu et à la fin du XXIe siècle en Afrique de l'Ouest[11]. Ce réchauffement pourrait avoir comme conséquence

[10] Ce retour des précipitations serait dû à la variabilité « naturelle » (Mohino *et al*., 2011). D'autres auteurs (Haarsma *et al*., 2005 ; Biasutti, 2013) voient cette tendance comme une réponse à l'augmentation des gaz à effet de serre.

[11] Suivant les différents modèle climatiques, le GIEC prévoit une augmentation des températures de surface de l'ordre de +2°c au milieu du 21è siècle pour atteindre +4°c à la fin du siècle. Cette tendance au réchauffement aura comme conséquence l'intensification des évènements extrêmes de précipitations dans les régions

l'intensification des évènements extrêmes de précipitations dans les régions sahéliennes (Ly *et al.*, 2013). Il y aurait ainsi une tendance à des saisons des pluies plus abondantes à la fin du XXIe siècle en Afrique sahélienne. En définitive, quelles que soient les tendances futures du climat, les systèmes agropastoraux des micro-régions d'étude seraient affectés par ces changements.

2.1.2 Entre désertification et reverdissement : le devenir des trois micro-régions

Selon la conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement (CNUED) qui s'est tenue à Rio de Janeiro en 1992, la désertification est *« la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines ».* D'après la FAO (1993), cette définition est un peu réductrice, car elle n'exprime pas bien l'interaction fréquente entre les éléments climatiques et les pratiques humaines, ces dernières étant souvent déterminantes dans le déclenchement des processus de désertification. Ainsi, la FAO (1993) propose cette nouvelle définition qu'elle juge plus précise : *«Ensemble des facteurs géologiques , climatiques, biologiques et humains qui conduisent à la dégradation des qualités physiques, chimiques et biologiques des terres des zones arides et semi-arides et mettent en cause la biodiversité et la survie des communautés humaines ».*

La désertification a été particulièrement évoquée, non sans polémique dans le contexte de l'Afrique sahélienne[12] (Hubert, 1920 ; Stebbing 1935 ; Lamprey, 1975 ; Glantz et Orlovsky, 1983 ; Mainguet, 1990 ; Ozer, 2000). La cartographie des zones sensibles à ce phénomène montre que les trois micro-régions sont concernées **(Figure n°2.2).** Les parties méridionales de nos trois micro-régions seraient exposées à un risque élevé voire très élevé de désertification.

---

sahéliennes (Ly *et al*., 2013). D'après certains modèles CMIP3-CMIP5, il y aurait une tendance vers des saisons de pluies plus humides à la fin du 21è siècle en Afrique sahélienne. Cependant il faut noter que ces projections sur l'évolution future des précipitations notamment en Afrique de l'ouest sont caractérisées par de grandes marges d'incertitudes en raison de la grande complexité de la mousson ouest-africaine.

[12] Dans la littérature scientifique, il existerait plus d'une centaine de définitions de la désertification (Glantz et Orlovsky, 1983 ; Mainguet, 1990 ; Ozer, 2000). C'est une problématique environnementale, sujette à controverse, qui a longtemps fait l'objet de plusieurs études dans le contexte africain (Hubert 1920 ; Stebbing 1935 ; Jones 1938 ; Aubréville, 1949). Selon Hubert (1920), il y a un dessèchement progressif de l'Afrique qui serait à l'origine d'une avancée du Sahara vers le sud. Certains auteurs comme Lavauden (1927) pensaient que la désertification serait d'origine purement anthropique : *« la désertification, si j'ose dire, est purement artificielle. Elle est uniquement le fait de l'homme. Elle est d'ailleurs relativement récente, et pourrait être encore combattue et enrayée par des moyens humains fort simples ».*

Il est admis aujourd'hui que cette conception de la désertification est incomplète et partielle. Dans le temps, l'évolution des études sur la problématique de la désertification au Sahel est marquée par des observations parfois contradictoires. Ainsi, Stebbing (1935) notait une dégradation irréversible des terres cultivables dans le nord du Nigéria. D'après ses observations, ces terres sont fortement menacées par l'ensablement venant du Sahara. Quelques années plus tard, les conclusions d'une mission d'observation invalident les observations de Stebbing dans cette partie de l'Afrique. Cette mission d'observation affirme n'avoir observé ni migration du désert, ni ensablement généralisé des terres cultivées du nord Nigéria (Jones, 1938).

Les grandes sécheresses des années 1970-1980, ont relancé les débats sur la désertification. D'après Lamprey (1975), le désert avancerait de 5,5 km par an vers le sud. Cette estimation est critiquable dans la mesure où elle présente la désertification comme un phénomène linéaire qui avancerait tel un front. Elle est d'autant plus remise en cause que des analyses de données satellitaires à l'échelle du Sahel, ont permis de mettre en évidence la corrélation entre les fluctuations des limites sud du Sahara et la variation interannuelle des précipitations (Tucker *et al*., 1991, Tucker & Nicholson 1999). Ces observations invalident la thèse d'une avancée irréversible du désert. Cette question de l'irréversibilité ou non de la désertification a été discutée par Taibi (2015) dans l'optique d'une déconstruction des idées catastrophistes qui, d'après elle renforcent à terme la vulnérabilité des systèmes socio-écologiques en Afrique sahélienne.

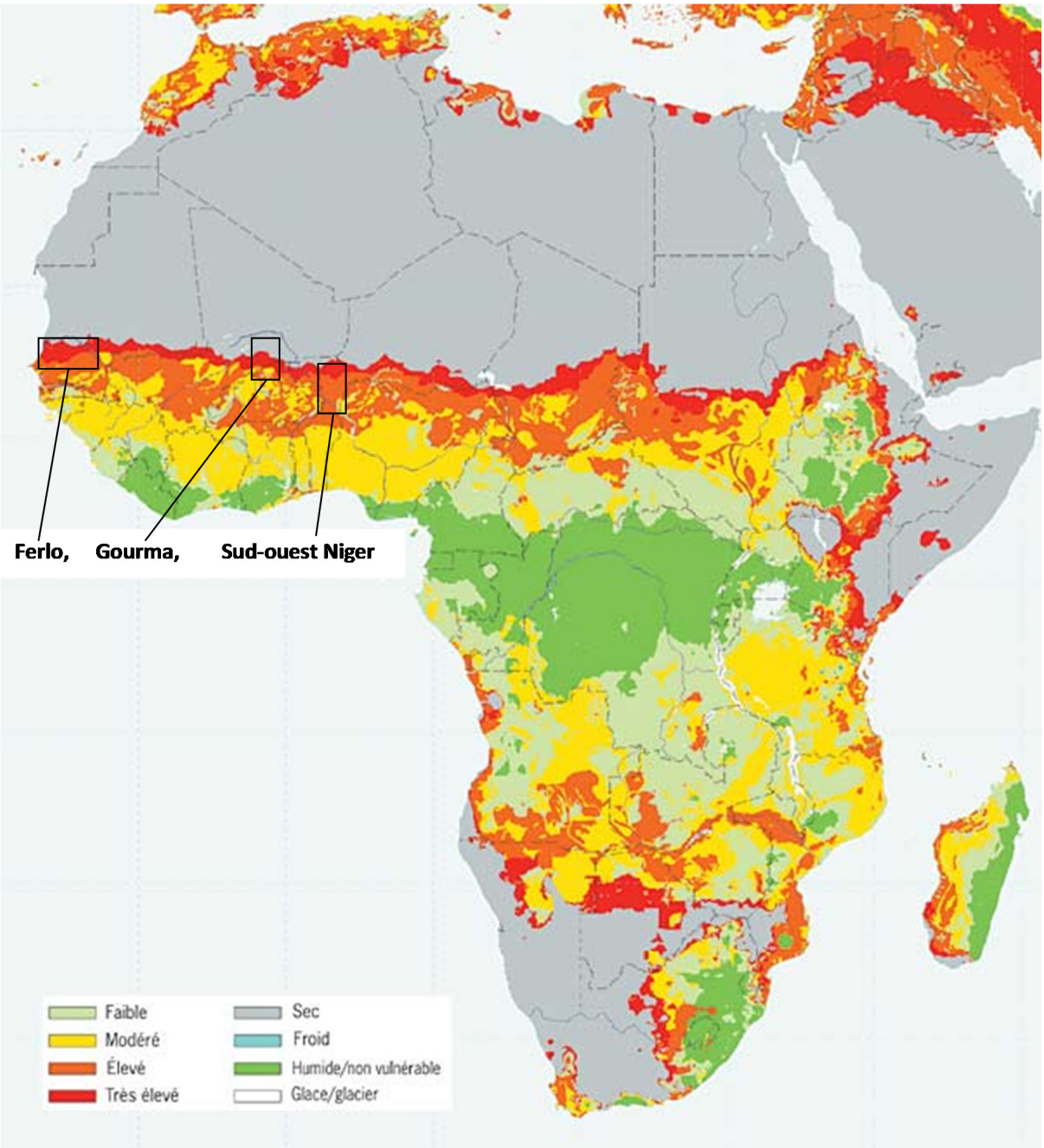


Figure n°2. 2: Vulnérabilité à la désertification en Afrique, (Source : Reich et al, 2001

Plus récemment, c'est le concept de « reverdissement » qui est utilisé dans la littérature scientifique pour caractériser les changements environnementaux au Sahel durant les deux dernières décennies. Ainsi les travaux basés sur l'analyse des images satellites montrent que depuis le début des années 1990, il y a non pas une désertification mais un reverdissement du Sahel (Anyamba & Tucker 2005; Herrmann *et al.*, 2005 ; Hutchinson *et al.*, 2005 ; Olsson *et al.*, 2005 ; Dardel, 2014). Cette nouvelle tendance doit être analysée en lien avec les améliorations constatées dans la hauteur moyenne des précipitations annuelles. Cependant, malgré la tendance générale au reverdissement du Sahel, des contrastes intra et inter-régionaux apparaissent. Ainsi la micro-région du Fakara nigérien enregistre-t-elle un signal négatif de l'indice de végétation issu des observations satellitaires (NDVI) par rapport aux micro-régions du Ferlo et du Gourma **(Figure n°2.3)**. Nous tenterons dans ce qui suit de mettre en évidence et de comprendre ces différences entre les trois micro-régions sahéliennes.

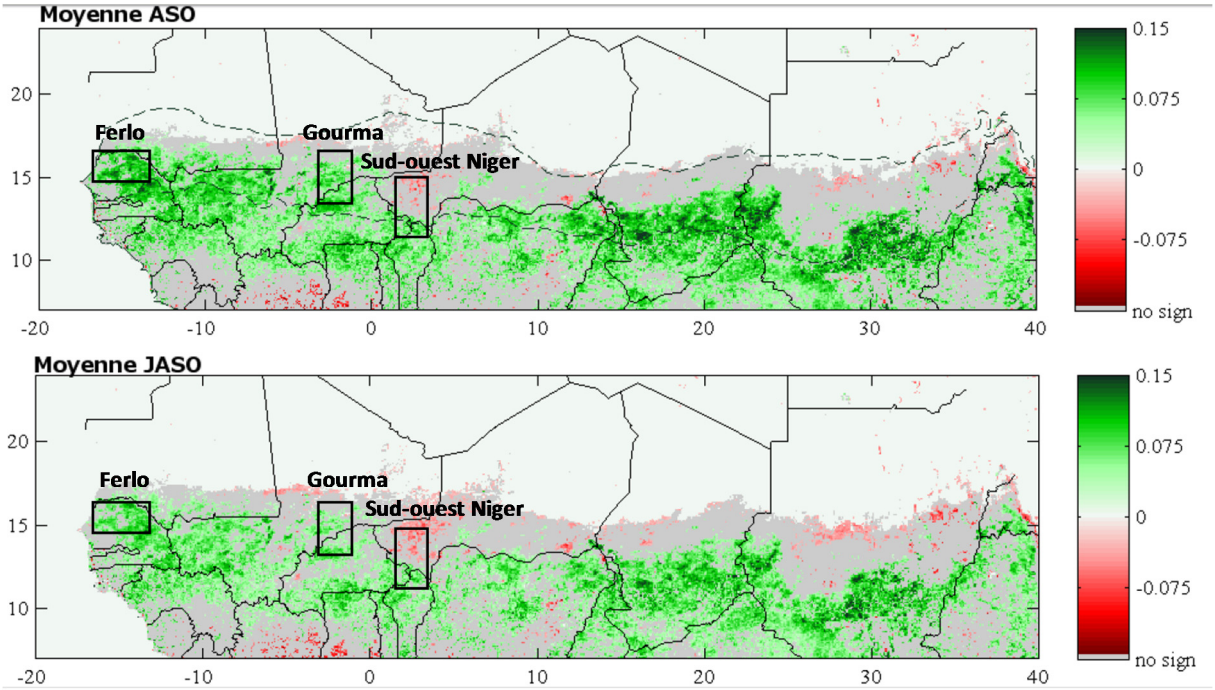


Figure n°2. 3: Figure n°2.3: Tendances du NDVI GIMMS-3g à l'échelle du Sahel (1981-2011) (Source : Dardel, 2014)

ASO= moyenne des mois d'août, septembre et octobre,

JASO= moyenne des mois de juillet, août, septembre et octobre.

Il ressort de ce qui précède que les diagnostics proposés par les scientifiques pour caractériser les changements environnementaux au Sahel ne sont pas toujours vérifiés dans les mêmes termes lorsque les observations sont faites à des échelles plus fines. Ces différences devront être étudiées en tenant compte de la variété des interactions entre les sociétés et leur environnement lorsque l'on passe d'une micro-région à une autre. Il est

possible de supposer que les activités d'élevage pourront-elles tirer profit de la tendance observée au reverdissement qui se traduit par une augmentation du potentiel fourrager dans les micro-régions.

2.2 Contexte sociodémographique et pression des activités agropastorales sur les ressources

Très généralement, le rôle de la pression démographique est évoqué à travers ses impacts sur l'évolution des ressources naturelles. En Afrique sahélienne, la forte croissance du la population (Marcoux, 1996 ; Barbier, 1997 ; Dubresson & Raison, 2003 ; Ferry, 2007) a contribué à l'exacerbation de la pression anthropique sur des écosystèmes déjà fragilisés par les conditions climatiques. Cependant, l'accès et la qualité des données démographiques pour évaluer l'importance de cette pression sont sujets à discussions. A l'échelle des pays, les données ne sont pas toujours fiables surtout en contexte de troubles politiques (cas du Mali). A l'échelle macro-régionale, ouest-africaine, les données sont très généralement manquantes ou lorsqu'elles existent, sont très partielles.

Il demeure que l'on s'accorde à estimer que, entre 1950 et 2010, la population de l'Afrique de l'Ouest est passée de 72 millions à 290 millions d'habitants. Elle a été multipliée par plus de 4 avec un taux de croissance très élevée et pourrait doubler d'ici 2050, pour atteindre près de 600 millions d'habitants **(Figure n°2.4).** Un focus sur la partie sahélienne de l'Afrique de l'Ouest montre que la population sahélienne croît avec un taux moyen de 3,3 % par an (CSAO/OCDE, 2014). Le rythme de l'urbanisation est très élevé et la population urbaine a été multipliée par 20 entre 1950 et 2010 passant de 6 millions à 118 millions d'habitants. Pourtant, le taux d'urbanisation étant parmi les plus faibles au monde, la population rurale continue à augmenter fortement, doublant entre 1950 et 2010, pour passer de 66 millions à 172 millions d'habitants. Elle devrait commencer à décroître vers 2030 pour atteindre environ 130 millions en 2050. Ces pays connaissent donc une transition démographique timide (Ferry, 2007).

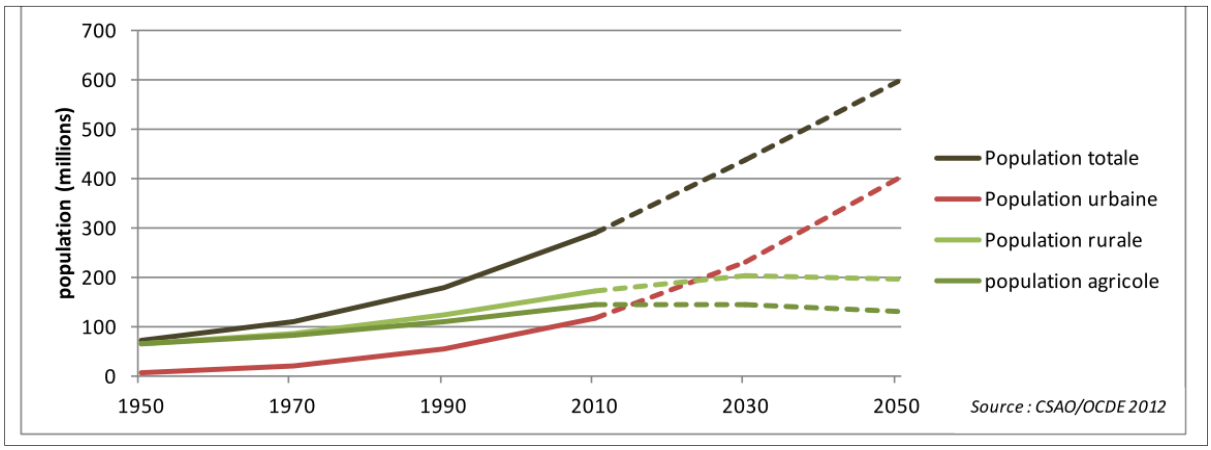


Figure n°2. 4: Dynamique de peuplement de l'Afrique de l'ouest, 1950-2050 (Source : CSAO/OCDE 2012)

Dans ce contexte, il est important d'avoir une vue plus précise sur l'évolution de la population dans les micro-régions d'étude. Des observations et analyses doivent être faites afin de mieux appréhender les conséquences de la pression anthropique sur les systèmes de production. Nous verrons qu'elle induit des dynamiques spatiales importantes dans l'occupation du sol.

2.2.1 Le cas du Ferlo sénégalais

Depuis son indépendance en 1960, le Sénégal a connu quatre recensements généraux en 1976, 1988, 2002 et 2013. Ces recensements à intervalle de dix ans sont, à l'échelle du pays, les seuls documents complets qui fournissent des informations sur l'état, la structure de la population, sur les indicateurs socio-économique du pays. En dehors des discussions qu'il peut y avoir sur la qualité des données fournies, ils ont le mérite d'apporter des données statistiques qui permettent d'avoir une vue générale sur la société.

D'après le dernier recensement général de la population, de l'habitat, de l'agriculture et de l'élevage « RGPHAE » (2013), le Sénégal a une population de 13 508 715 habitants. Ce chiffre est en forte augmentation par rapport aux recensements précédents. En effet, la population sénégalaise est passée de 4 997 885 habitants en 1976, à 6 896 808 habitants en 1988, à 9 858 482 habitants en 2002, soit un taux d'accroissement de l'ordre de 2,7 % entre 1976 et 1988, 2,5 % entre 1998-2002 et le même taux entre 2002 et 2013.

Les recensements concernant les trois régions administratives qui composent le Ferlo, montrent que la région de Louga compte 874 193 habitants, celle de Saint Louis en compte un peu plus de 908 000 habitants et les chiffres donnent 562 539 habitants à la région de Matam **(Figure n°2.5).** Si la densité moyenne du Ferlo reste inférieure à 50 habitants/km^2, les chiffres montrent une population en forte croissance, y compris dans ces régions rurales.

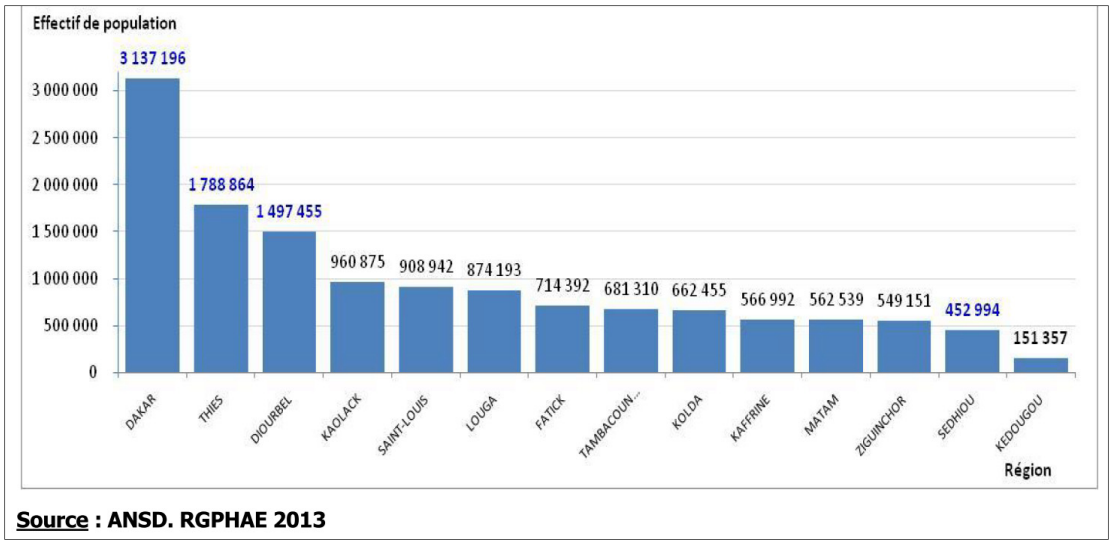


Figure n°2. 5: Répartition de la population du Sénégal par région en 2013

L'une des conséquences directes de cet accroissement est la pression foncière notamment pour les activités agropastorales. Dans l'ensemble du Sénégal, on compte 755 532 ménages agricoles. Ces ménages vivent en majorité en zone rurale (73,8 %), quoique peu dans le Ferlo. Sur le plan agricole, ils pratiquent pour l'essentiel une agriculture vivrière fondée sur la culture du mil (38 %), du niébé (24 %), du maïs (20 %), du riz (9 %) et du sorgho (8 %). Dans le Ferlo, cette agriculture vivrière est limitée aux grandes vallées (vallée du fleuve Sénégal, vallée fossile du Ferlo) et aux zones de bas-fonds, mais l'accroissement des besoins en produits vivriers tend à étendre les zones cultivées. La principale culture de rente reste l'arachide (75 %), en reprise, à la faveur des meilleures saisons des pluies ces deux dernières décennies, sur la marge sud du Ferlo (Fall, 2014). Quant à l'élevage, il concerne 28,2 % des ménages dont 73,9 % en milieu rural contre 26 % en milieu urbain, mais il s'agit là de la principale activité rurale pratiquée dans le nord et le centre du Ferlo. Globalement, à l'échelle du Sénégal, l'élevage a contribué pour 4,2 % au PIB en 2012. Entre 1970 et 2014, l'évolution du cheptel a connu une augmentation continue, excepté pendant les années de grande sécheresse (1972-1973 et 1983-1984) **(Figure n°2.6).** Le cheptel bovin** est passé de 2 600 000 têtes en 1970 à 3 480 000 têtes en 2014 (FAOSTAT, 2015).

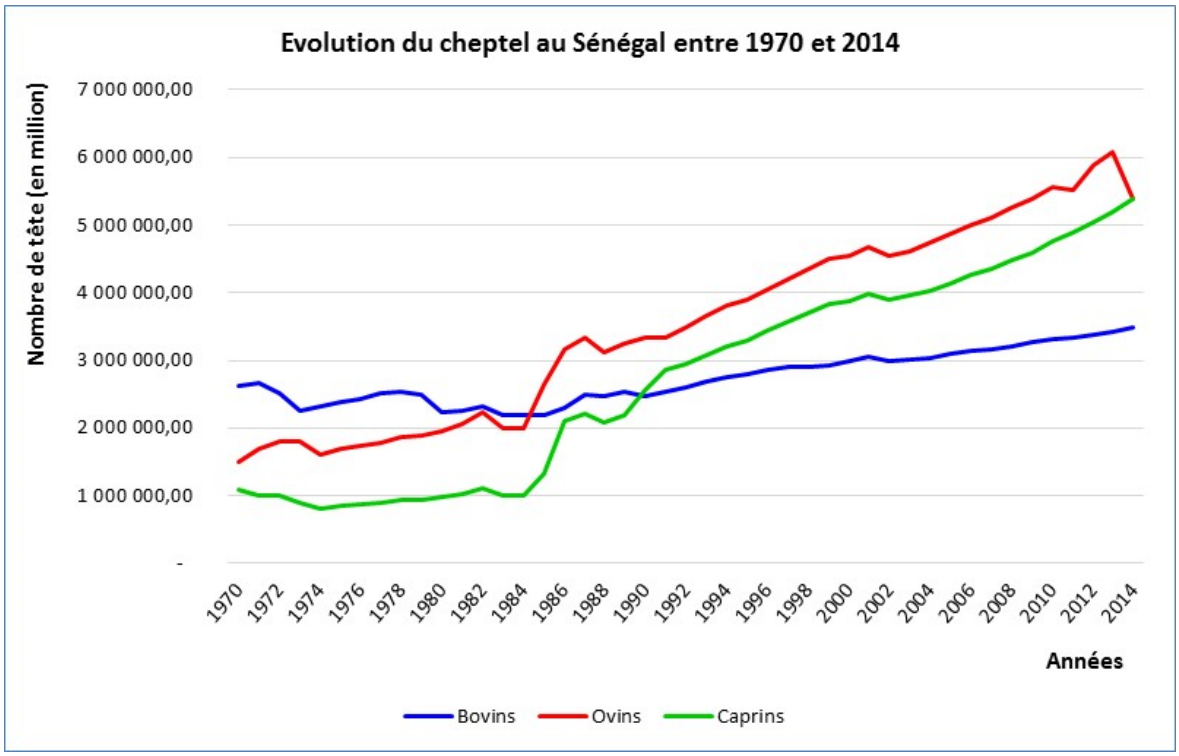


Figure n°2. 6: Estimation de la croissance des troupeaux au Sénégal (source : d'après les données FAOSTAT, 2015)

Parallèlement à la croissance démographique, on constate une augmentation de l'activité d'élevage et du nombre d'éleveurs. Certains sont nouveaux dans le domaine tandis que d'autres s'inscrivent dans une tradition. Les éleveurs « traditionnels », généralement les Peuls, sont ceux qui pratiquent cette activité pour des raisons aussi bien culturelles

qu'économiques. Les « nouveaux » éleveurs ont vu, dans cette activité, un moyen d'investissement rentable. Il s'agit en effet d'une forme de capitalisation qui peut être pratiquée par des gens qui ne sont pas eux-mêmes des éleveurs. Ils achètent et confient leur bétail aux éleveurs et bergers peuls.

L'augmentation du nombre de ces nouveaux éleveurs pourrait être l'une des causes de la pression sur la ressource fourragère dans le Ferlo. D'autre part, les besoins en terres grandissant en raison de la demande croissante en produits vivriers, se soldent par une extension et un accaparement des terres autrefois dédiées à l'élevage. Ces deux phénomènes s'additionnent pour conduire à une concurrence accrue autour de la ressource fourragère du Ferlo.

*****Les races bovines présentes au Sénégal***

*Les races locales de bovins exploitées au Sénégal sont le zébu **Gobra,** un bovin de grande taille à bosse (protubérance musculo-graisseuse) et des cornes en forme de lyre que l'on rencontre dans tout le Ferlo et sur une bonne partie de la bande sahélienne.*

*Ensuite, le **N'dama** (littéralement petite taille en wolof), une race rustique et trypano-tolérante (résistante aux effets des piqûres de la mouche tsé-tsé) présente en Casamance et dans le Sénégal oriental. Et enfin, le métis du Gobra et du N'dama, connu sous le nom de **Diakoré.***

*Parmi les races introduites dans le cadre de la politique d'amélioration des techniques d'élevage, nous avons le **Goujerat**, une race indienne bien acclimatée au Sénégal et que les Peuls apprécient. Les autres races introduites sont le fait de riches fermiers privés qui s'inscrivent dans une logique d'exploitation moderne de production de lait et de viande. Il s'agit principalement des races européennes telles que la Montbéliarde et la Holstein (Fall, 2014).*

2.2.2 *Le cas du Gourma malien*

A l'instar du Sénégal, le Mali contemporain a connu quatre grands recensements généraux. Ils ont eu lieu en 1976, 1987, 1998 et 2009. A l'échelle nationale, le recensement général de la population et de l'habitat (RGPH) de 2009 indique que la population totale du Mali est 14 528 662 résidents. Cette population est très inégalement répartie sur le territoire national dont la superficie est de l'ordre de 1 241 000 km^2. Environ 90 % de la population occupe le 1/3 du territoire dans la partie sud contre 10 % sur les 2/3 dans la partie nord du pays (régions de Tombouctou, Gao et Kidal) **(Figure n°2.7)**. C'est une population qui demeure en très forte majorité rurale, soit 77,5 % contre 22,5 % de citadins.

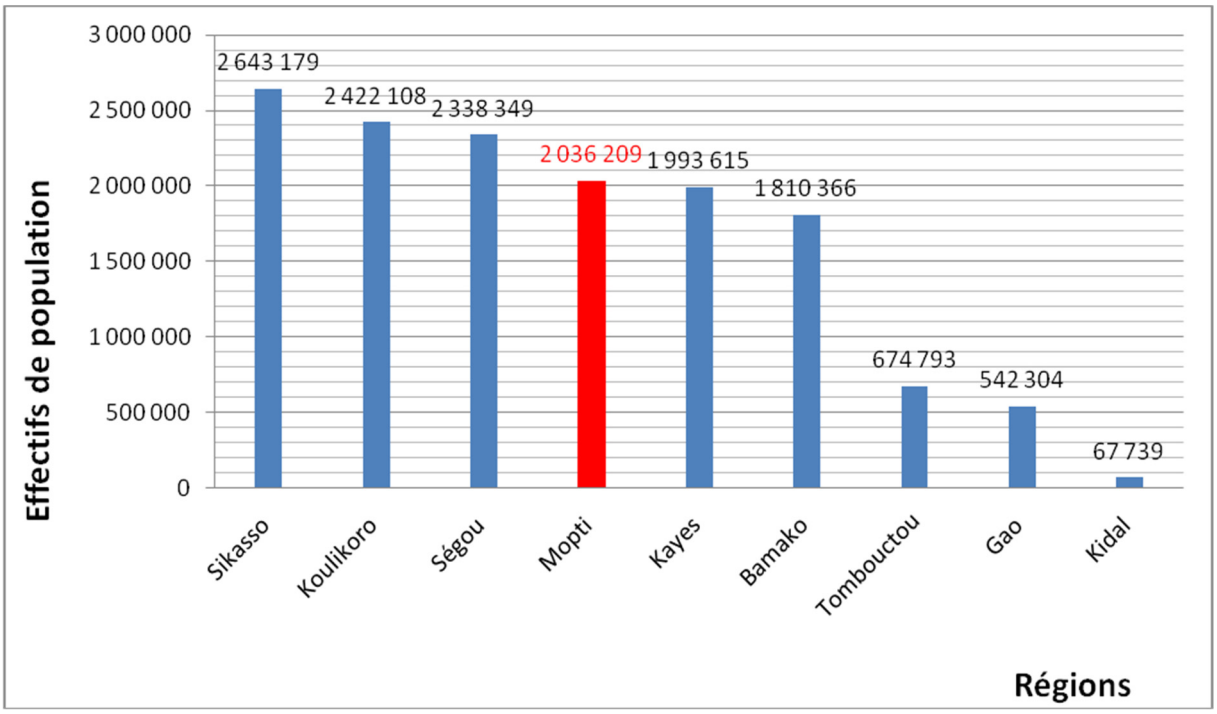


Figure n°2. 7: Répartition de la population du Mali par région en 2009 (Source : d'après les données du RGPH, 2009)

A l'instar des autres pays de la sous-région, le taux d'accroissement de la population est relativement élevé. Avec un taux annuel moyen de 3,1% de croissance entre 1998-2009 contre 2,2 % entre 1987-1998, la population malienne connaît une augmentation significative. Cette situation est imputable d'une part à la fécondité qui est encore forte, à une mortalité en baisse constante et d'autre part au retour des Maliens de l'extérieur.

D'après les données fournies par l'INSTAT (Institut National de la Statistique), si le taux d'accroissement annuel moyen de 3,1 % se maintenait, la population du Mali serait multipliée par deux presque tous les 20 ans. La micro-région à laquelle nous nous intéressons ici s'appartient à la région administrative de Mopti. Cette région administrative qui comptait 1 129 041 habitants en 1976 a une population 2 036 209 habitants en 2009 (RGPH, 2009). A une échelle plus locale, la commune de Hombori (site étudié dans le cadre

du programme ECliS) est passée de 12 277 habitants en 1976 à un peu plus de 23 099 habitants en 2009.

Tout comme dans le Ferlo sénégalais, cet accroissement démographique s'accompagne d'une augmentation de la taille du cheptel**.** Le Mali dispose d'un des cheptels les plus importants en Afrique de l'Ouest : 10 300 000 bovins**, 14 400 000 ovins, 20 083 000 caprins en 2014 (FAOSTAT, 2015). À elle seule, la région de Mopti concentre 20,6 % du cheptel national de bovins (RGA 2004/2005). L'élevage transhumant et nomade concernerait 70 à 80 % de ce cheptel bovin. L'évolution de la taille du cheptel des années 1970 à l'année 2014 **(Figure n°2.8)** montre une tendance générale à l'augmentation. Cependant la croissance n'est pas homogène dans le temps car les sécheresses des années 1973 et 1984 ont sévèrement contribué à la chute de la taille du cheptel (Corniaux *et al.*, 2012). La croissance a été plus rapide et continue à partir de la fin des années 1980.

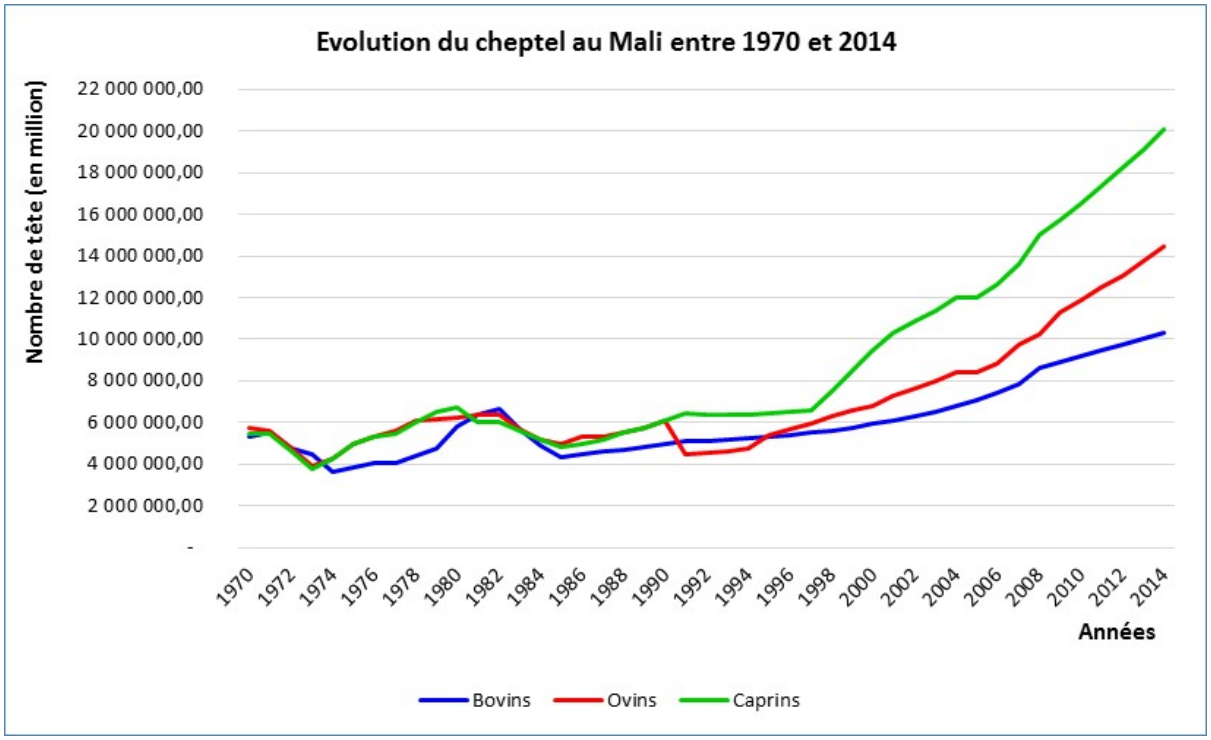


Figure n°2. 8: Estimation de la croissance des troupeaux au Mali (source : d'après les données FAOSTAT, 2015)

Cette tendance générale n'est pas sans conséquence sur l'évolution des ressources et des activités. Couplée à l'extension des surfaces cultivées, elle a entrainé une modification du rapport entre systèmes agropastoraux et pastoraux (Sipsa, 2012). Parallèlement, la compétition pour l'accès aux terres s'est accrue durant les dernières décennies. Comment ces changements sont-ils perçus et pris en compte par les agropasteurs de la micro-région du Gourma ? Répondre à cette question a fait partie de nos objectifs de recherche.

*****Les races bovines présentes au Mali***

*Les espèces bovines les plus exploitées au Mali sont les zébus **Azawak** (Voir la description du zébu Azawak dans l'encadré sur le Niger, page n°69) et **Touareg** dans le Nord du pays. Le zébu Touareg se rencontre dans la boucle du Niger au nord du delta central du Niger (Niafunké, Goundam) et sur le plateau central Nigérien. Son aptitude bouchère est très développée et appréciée des populations locales.*

*Les zébus **Peuls** sont caractérisés par des grandes cornes et comportent des variétés soudanaises, nigériennes et sénégalaises. Au Mali, on les rencontre dans le Macina, les régions de Nara, Nioro, dans la boucle du Niger. Le zébu Peul du Macina comporte plusieurs variétés qui sont : zébu peul **Warbé** ; zébu peul du Gondo-Mondoro ; zébu peul du Delta ; zébu peul du Séno.*

*Les zébus **Maures** sont présents dans la partie ouest. Ce zébu est réputé grand marcheur et un excellent porteur. La femelle du zébu maure est considérée comme une bonne laitière.*

Au sud, la race N'dama est très répandue. C'est le type le plus représentatif de l'espèce taurine en Afrique occidentale. Son berceau est le Fouta Djallon en Guinée. Au Mali on la rencontre dans les cercles de Yanfolila, de Kenieba et le sud de Kita. C'est une race connue pour sa trypanotolérance. Son aptitude bouchère est appréciable avec un rendement carcasse de l'ordre de 45 à 50 %.

2.2.3 Le cas du Fakara nigérien

D'après les résultats définitifs globaux du recensement général de la population et de l'habitat (RGPH, 2012), le Niger a franchi le cap des 17 138 707 habitants en 2012. Avec un taux d'accroissement intercensitaire de 3,9 % entre 2001 et 2012 contre 3,3% entre 1988 et 2001, la population pourrait dépasser les 50 000 000 d'habitants à l'horizon 2050 (FAO, 2010). La croissance de la population dans les régions administratives de Dosso, Tillabéry et Niamey où se situe notre région d'étude est très forte **(Figure n°2.9)**, d'autant qu'elle ne se limite pas à la ville de Niamey (passée de 397 437 habitants en 1988 à 1 026 848 habitants en 2012). Cette situation démographique dans le sud-ouest du Niger marque profondément les systèmes agropastoraux.

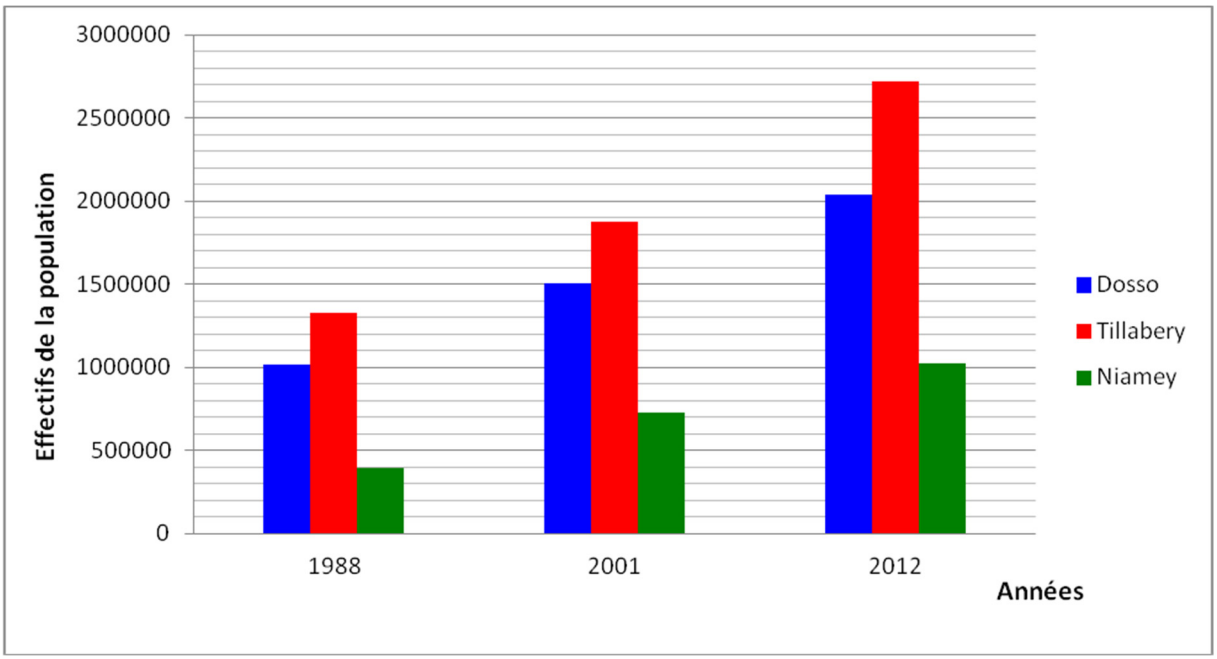


Figure n°2. 9: Evolution de la population (en milliers d'habitants), d'après les données du RGPH, 2012, Niger

Ainsi la ressource fourragère est touchée quantitativement et qualitativement par l'expansion des terres cultivées, le raccourcissement des jachères et les épisodes de sécheresse (San Emeterio *et al*., 2013). Les demandes en produits alimentaires d'une population sans cesse croissante ont conduit ces dernières décennies à d'importants défrichements visant à étendre les surfaces de culture (Albergel & Valentin, 1988 ; Hiernaux *et al*., 2004). Cette extension des espaces cultivés a eu ici comme corollaire une intensification de l'agriculture, une diminution des jachères. Dans un tel contexte, la pression foncière a conduit à une diminution des réserves de terres cultivables (Guengant et al, 2003).

Parallèlement à la croissance de la population, le cheptel connaît une augmentation importante depuis les années 1970 **(Figure n°2.10).** Comme dans les autres régions d'étude, cette augmentation bien que n'étant pas linéaire à causes des années de forte sécheresse, est continue depuis la fin des années 1980. L'éffectif des bovins** est passé de 4 000 000 de têtes en 1970 à près de 11 370 000 de têtes en 2014 (FAOSTAT, 2015).

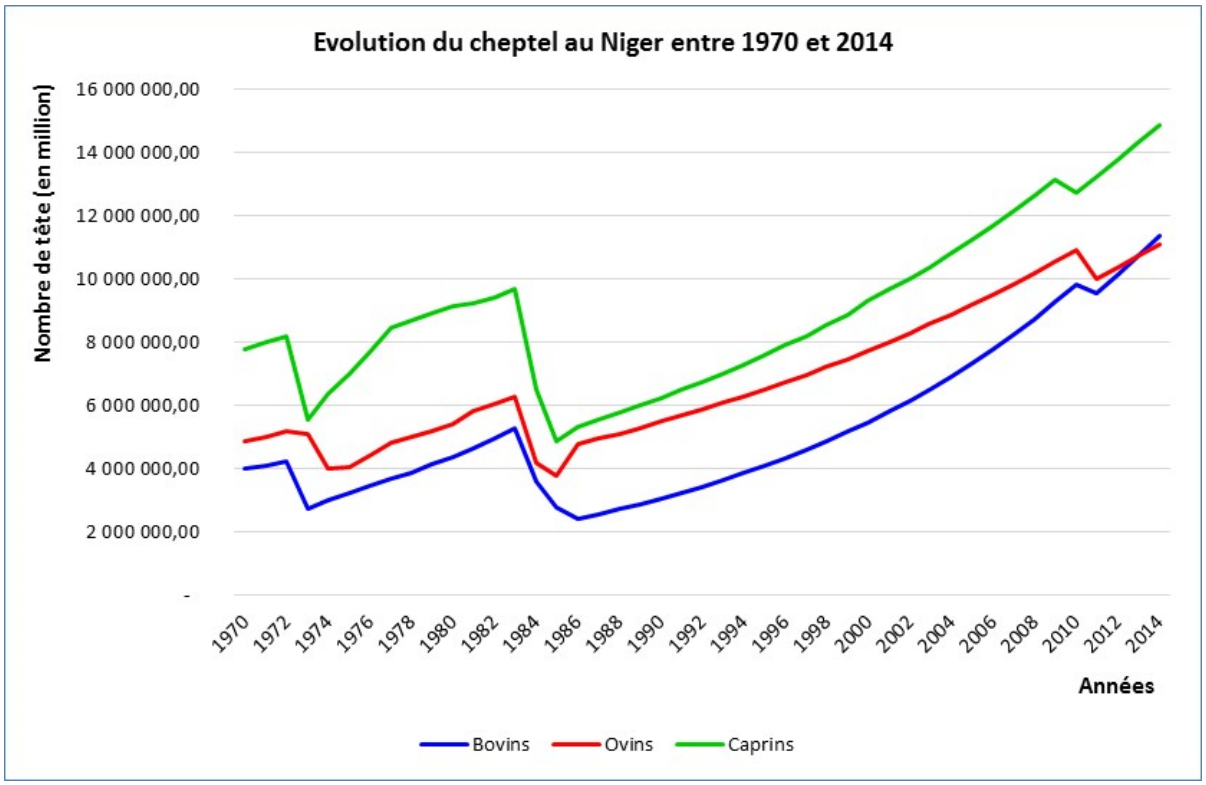


Figure n°2. 10: Estimation de la croissance des troupeaux au Niger (source : d'après les données FAOSTAT, 2015)

*****Les races bovines présentes au Niger***

Parmi les principales espèces bovines présentes dans le sud-ouest nigérien, il y a le zébu ***Azawak.*** *Il tire son nom de la région dont il est originaire située à la frontière Niger-Mali. Azawak signifie terrain sablonneux en Tamasheq. C'est un animal rectiligne, avec des cornes asymétriques en coupe, en croissant ou en lyre basse. De robe fauve-uniforme, le zébu Azawak est caractérisé par sa rusticité associée à un fort potentiel de production laitière. Cette race est considérée comme la plus laitière de l'Afrique de l'Ouest. Dans les élevages améliorés, sa production laitière journalière peut atteindre 7-8 litres voire 12 litres en station. On retrouve également cette race bovine au Mali, Burkina Faso et dans le nord du Nigéria.*

Il y a également la race ***Bororo****, un animal convexiligne et longiligne de grande taille. Il porte de très longues cornes en lyre haute de couleur claire. Avec une robe qui est uniformément brune ou foncée, sa bosse est assez développée. Réputée pour son aptitude à parcourir de longues distances, cette race est adaptée à la grande transhumance. Ses potentialités restent limitées sur le plan de la production laitière et de viande. On le retrouve dans les parties nord de Tahoua, Maradi, Dosso, Diffa, Zinder et dans le sud d'Agadez.*

Par ailleurs, on peut également citer la race ***Kouri****, réputée Assez bon animal laitier (4 à 6 litres/jour). Le Kouri présente beaucoup d'intérêts pour la boucherie; le rendement carcasse est de 50%.*

Ainsi, à la pression agricole, s'ajoute la pression du cheptel sur l'espace et les ressources. La consommation répétée des ressources végétales par le bétail modifie les densités, hauteurs et répartitions du tapis herbacé et des plantes ligneuses et, par ailleurs elle modifie la structure de la végétation, c'est-à-dire la répartition entre plantes herbacées et ligneuses (Dia & Duponnois, 2012). Hormis les conséquences de cette pression du cheptel sur le couvert végétal et donc sur l'état et la fertilité des sols, la cohabitation entre agriculteurs et éleveurs devient de plus en plus fragile dans un contexte de forte pression démographique et de grandes fluctuations pluviométriques. Le contexte de changements socio-environnementaux spécifique à cette région mérite donc une attention particulière afin de mieux appréhender les configurations nouvelles, notamment la place de l'élevage transhumant dans ce système agropastoral du Fakara nigérien

Sur le plan démographique, les trois micro-régions se caractérisent donc par une augmentation forte de la population, graduée du Sud-Ouest nigérien où elle est très forte avec un taux moyen de 3,9 %, à 3,1 % au Mali et 2,5 % au Sénégal. Une des résultantes de cette situation démographique est la croissance des surfaces cultivées en vue de répondre à la demande alimentaire croissante. Ainsi, le contexte général est marqué par une augmentation de la pression à la fois sur les espaces mais aussi sur les ressources. Une des conséquences de cette tendance générale est l'augmentation de la probabilité de conflits entre les différents acteurs (agriculteurs, agropasteurs, pasteurs). Ainsi, outre les conditions climatiques, l'intensification des activités agropastorales est à prendre en compte pour mieux comprendre les dynamiques socio-environnementales à l'œuvre dans nos trois micro-régions d'étude. En nous appuyant sur des cartes multi-dates de l'occupation du sol et sur

des enquêtes auprès des pasteurs et agropasteurs, nous tenterons de comprendre quelles sont leurs stratégies pour répondre à leurs nouvelles conditions de vie.

2.3 Les contextes politiques et leurs implications en matière de gestion des ressources agropastorales

Au-delà d'une simple analyse spatio-temporelle des ressources et des activités agropastorales, les problématiques socio-environnementales auxquelles nos micro-régions sont confrontées doivent aussi être analysées sous l'angle des politiques territoriales pour la gestion des ressources et des activités agricoles et pastorales. Le territoire étant un espace géographique administré, c'est-à-dire une entité socio-spatiale (Di Méo, 1985 ; 1991), les situations de stabilité ou d'instabilité politique peuvent avoir des répercussions sur les différentes activités, en particulier sur les activités agropastorales qui nous intéressent ici. C'est pourquoi dans ce qui suit, nous mettrons l'accent sur les politiques et les stratégies de gestion des espaces agropastoraux du Ferlo, du Gourma et du Fakara nigérien.

À partir de la moitié du XIXe siècle, l'avènement de la colonisation française a contribué au renversement des chefferies traditionnellement implantées dans la presque totalité des pays sahéliens. Un nouveau système a vu le jour avec la mise en place de fonctionnaires sous le contrôle d'un état central. Les conséquences de la colonisation sur les systèmes de production sahéliens restent fortement ancrées notamment dans les règles de gestion qui sont en place.

Ainsi la colonisation a imposé une vision qui, pour le moins, n'était pas adaptée au contexte sahélien. En effet l'administration coloniale voyait une opposition nette entre les agriculteurs sédentaires et les éleveurs nomades. La compatibilité de cette vision avec la réalité locale n'est pas effective. De la même manière, la tripartition européenne des espaces ruraux *«ager, saltus, silva »* (espaces agricoles, parcours dédiés à l'élevage, espace forestier) a été le modèle qu'on a tenté d'appliquer aux espaces ouest-africains avec la création de services des Eaux et Forêts, dont la juridiction s'est souvent étendue sur les espaces pastoraux (Alexandre, 2008).

Ce modèle n'est pas non plus adapté au contexte local. Dans des espaces où le pastoralisme apparaît pourtant comme la principale activité de valorisation durable d'une végétation naturelle fragile et irrégulière (Sipsa, 2012), l'agriculture a, souvent jusqu'à nos jours, été considérée comme le seul mode de mise en valeur des terres. On a ainsi volontairement favorisé l'agriculture au détriment de l'élevage. Cherchant à asseoir un contrôle de l'espace et des hommes, les jeunes états indépendants à partir des années 1960, se sont lancés dans des politiques de sédentarisation (forcée) des éleveurs. Face aux aléas climatiques, à ses impacts sur les ressources et les activités agropastorales, face à la pression démographique poussant à une extension des superficies cultivées, les systèmes agropastoraux du Gourma, du Ferlo ou encore du Fakara nigérien connaissent des changements importants qui posent en retour la question de l'efficacité des politiques et stratégies de gestion des espaces et ressources agropastoraux.

Pour deux raisons essentielles, le début des années 1980 a été un tournant important dans les politiques agricoles des pays sahéliens. La première raison est que les régions sub-sahariennes ont été durement affectées par une deuxième période de grande sécheresse, provoquant une véritable crise agricole avec une baisse importante des rendements et une réduction dramatique du cheptel (Dubresson & Raison, 2003). Concomitamment, on a assisté à la mise en application des mesures d'ajustement structurel imposées aux états sahéliens par les institutions mondiales. Ces mesures constituent une remise en cause de la présence et du monopole de l'État dans un certain nombre de domaines dont l'agriculture fait partie. L'hégémonie de l'État a été considérée comme un obstacle au développement économique. Dans ce contexte, les bailleurs de fonds internationaux ont imposé réduction des dépenses, dévaluation, économie de marché, désengagement des états dans la totalité des secteurs clés (Dubresson & Raison, 2003 ; Dièye, 2008).

Dans le secteur agricole de manière générale, le maître-mot était l'autosuffisance alimentaire, défini comme la satisfaction des besoins alimentaires d'un pays par les approvisionnements nationaux (Ba, 2008). Combinées à la dévaluation, ces mesures visaient à limiter les importations, stimuler une production interne qui permettrait d'atteindre l'autosuffisance alimentaire et par la suite favoriser les exportations notamment des surplus de production. Les résultats n'ont pas été ceux escomptés. En cause, parallèlement aux politiques de dévaluation, on peut citer le désengagement de l'État du secteur agricole par suppression des subventions aux semences, aux intrants, aux matériels agricoles. Dans les objectifs affichés, l'autosuffisance alimentaire laisse très vite place à la lutte pour assurer la sécurité alimentaire. D'après la FAO, la sécurité alimentaire existe dans un pays « *lorsque tous les êtres humains ont, à tout moment et en tous lieux, un accès physique et économique à une nourriture suffisante, saine et nutritive pour mener une vie saine et active* » (FAO, 2006).

Dans cette conception, la place accordée aux importations commerciales et à l'aide alimentaire dans les disponibilités alimentaires correspondait aux politiques de libéralisation prônées par les programmes d'ajustement structurel (Azoulay & Dillon, 1993). A ce titre, le contraste est très important entre le Sénégal d'un côté, le Mali et le Niger de l'autre **(Figure n°2.11)**. D'après les données de la FAO, les importations de céréales au Sénégal entre 1970 et 2011 sont caractérisées par une augmentation très importante passant de 250 000 tonnes en 1970 à plus 1 600 000 tonnes en 2007. Par rapport aux deux autres pays, il y a une dépendance accrue du Sénégal vis-à-vis des importations dans l'optique non pas d'assurer l'autosuffisance mais la sécurité alimentaire. A la grande différence du Sénégal, le Mali et le Niger ont peu importé de produits vivriers sur la même période. Ces deux pays se sont efforcés d'assurer l'autosuffisance alimentaire des populations en réussissant à augmenter leur production nationale en céréales **(Figure n°2.12).** Ainsi, les politiques d'ajustement structurel n'ont pas eu la même résonance sur le plan agricole dans nos trois régions d'étude. D'autres politiques et stratégies agricoles ont vu le jour à travers des mesures sectorielles. Dans le sous-secteur de l'élevage, l'accent est mis sur les filières viande et lait. Les effets de ces politiques sectorielles sont contrastés entre les pays de la sous-région

ouest-africaine. Nous allons maintenant voir les différences ainsi que les conséquences de ces politiques dans les mutations socio-économiques et spatiaux en cours au sein de nos trois micro-régions.

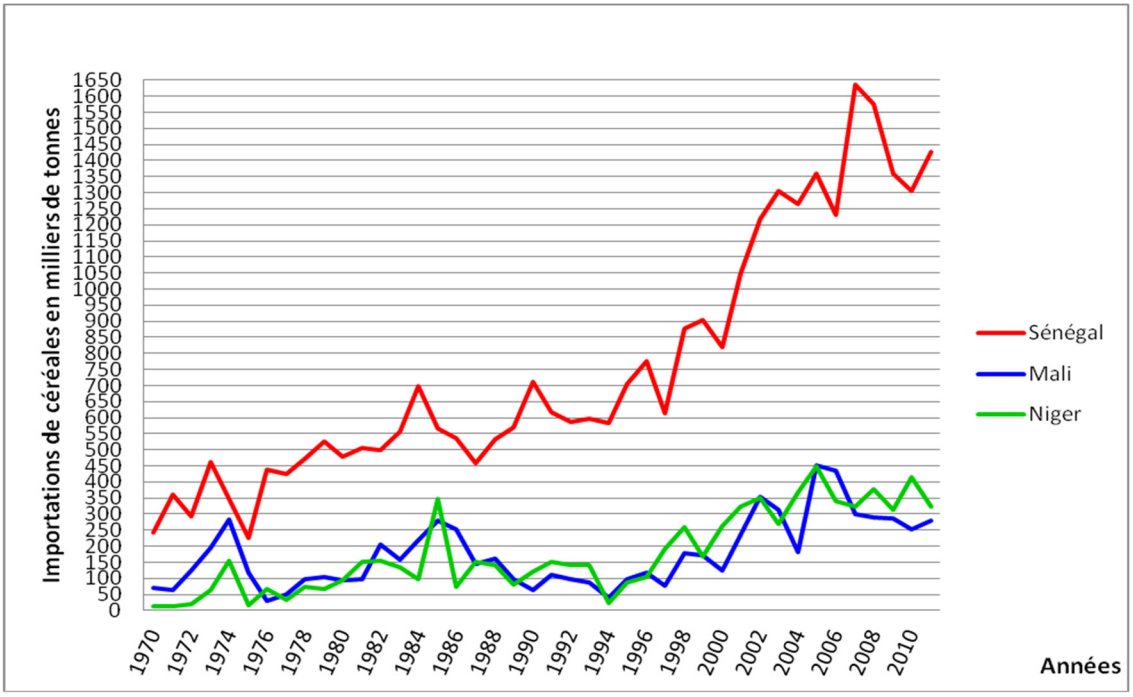


Figure n°2. 11: Importations de céréales entre 1970 et 2011 au Sénégal, Mali et Niger. (Source : d'après les données de FAO, 2015, http://faostat3.fao.org/home)

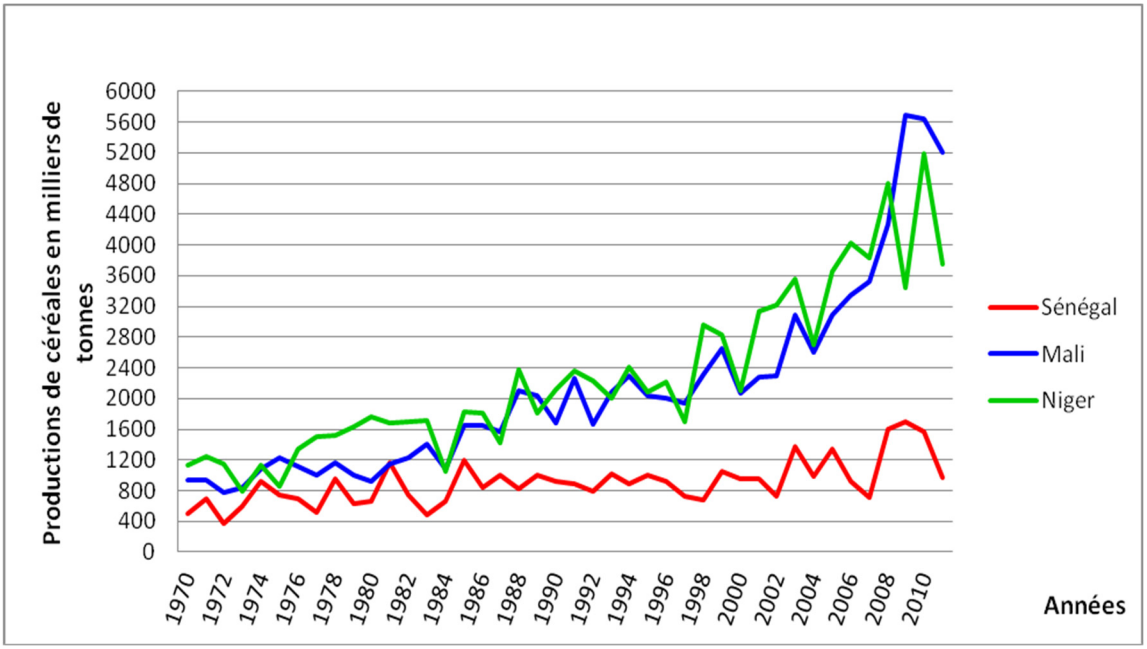


Figure n°2. 12: Productions de céréales entre 1970 et 2011 au Sénégal, Mali et Niger. (Source : d'après les données de FAO, 2015, http://faostat3.fao.org/home)

2.3.1 Politiques publiques et gestion des espaces agropastoraux dans le Ferlo (Sénégal)

Au Sénégal comme dans l'ensemble des pays d'Afrique de l'Ouest, l'accès aux ressources naturelles était, à l'origine, régi sur la base du droit coutumier. Ce droit permettait aux primo-arrivants sur un lieu de faire valoir leur ancienneté sur le territoire en question et ses environs. Avec la colonisation, la question de la propriété privée a fait son apparition. La reconnaissance et la mise en place du domaine privé a été officialisée par le décret du 26 juillet 1932. Au lendemain des indépendances, le Sénégal, à l'instar de plusieurs anciennes colonies de la sous-région, a assuré la continuité des politiques coloniales en matière agricole. C'est ainsi que la culture de l'arachide, culture de rente, a été privilégiée par l'État. Ainsi l'extension spatiale de la culture arachidière a-t-elle porté l'empreinte d'une volonté politique (Sidibé, 2005). Cette volonté s'est manifestée par la mise en place de structures chargées d'encadrer et de commercialiser les produits agricoles. Il s'agit de l'OCA (Office de Commercialisation Agricole) et des CRAD (Centres Régionaux d'Assistance au Développement) (Fall, 2014). L'agriculture s'étant trouvée au centre des préoccupations des politiques agricoles après les indépendances, l'élevage n'apparaissait, de ce fait, qu'au second plan.

L'ancienne puissance coloniale avait lancé un vaste programme d'hydraulique pastorale dans le Ferlo à partir des années 1950 (Touré, 2010). Le Sénégal indépendant a poursuivi ces aménagements hydrauliques à vocation pastorale dans le but de confiner l'activité pastorale au sein du Ferlo et d'éviter ainsi aux éleveurs de parcourir de longue distance à la recherche de l'eau. L'objectif final était cependant plus de sédentariser les éleveurs pour mieux les encadrer que de répondre aux besoins de l'élevage (Santoir, 1983 ; Magrin *et al*., 2011). Ces politiques ont effectivement favorisé la fixation des éleveurs autour des grands forages, qui désormais participent à la structuration de l'occupation et de l'utilisation de l'espace. En 2003, on comptait plus de deux-cents forages dans la zone sylvopastorale du Ferlo (Diop *et al*., 2003). L'une des conséquences directes de ces politiques d'aménagement hydraulique dans le Ferlo a été l'augmentation de la pression du cheptel autour des forages laquelle a eu pour conséquence une dégradation importante des ressources fourragères par le piétinement intensif et continu du bétail. Ainsi, la spécificité du Ferlo par rapport au Gourma et au Fakara réside dans l'importance de l'empreinte des politiques d'hydraulique pastorale sur l'organisation et la structuration de l'espace dans cette micro-région.

Depuis les années 1970, de nouvelles mesures ont vu le jour dans le Ferlo. Ainsi, la SODESP (société de développement sylvopastoral) a été créée en 1975 dans le but d'organiser le développement de l'ensemble de cette zone. Différentes actions sont engagées en faveur du développement de l'élevage des petits ruminants et des bovins avec l'introduction de nouvelles races pour la production de lait ou de viande. S'agissant de l'organisation et de la gestion des parcours, elles ont été définies par le décret n°80-268 du 10 mars 1980. L'organisation des parcours du bétail, l'utilisation des pâturages, l'exploitation

des points d'eau pastoraux, la création de commissions régionales de conservation des pâturages sont les points clés du décret.

Plus récemment, d'autres mesures ont vu le jour pour relancer les activités agropastorales au Sénégal après les années de grande sécheresse. Il s'agit notamment de la loi d'orientation agro-sylvo-pastorale de mai 2004, révisée en 2009. Cette loi prend en compte la question foncière, peu encadrée jusqu'alors dans les pays de la sous-région. Dans la continuité des politiques de décentralisation entamées depuis les années 1960, l'acte III adopté en décembre 2013 constitue une étape supplémentaire dans la volonté politique de renforcer les pouvoirs de gestion locale. Avec le passage des responsabilités des communautés rurales aux communes, se pose à présent la question d'une meilleure efficacité dans la gestion du foncier rural et des ressources agropastorales[13].

En définitive, le contexte politique dans le Ferlo et au Sénégal plus généralement est marqué par une succession de programmes visant à mieux gérer les espaces agropastoraux et leurs ressources. La situation politique du pays est jusqu'ici caractérisée par une relative stabilité qui a permis le développement de ces politiques de gestion. Même si les résultats restent encore sujets à discussions, ces politiques publiques doivent être prises en compte pour mieux comprendre l'évolution et les trajectoires actuelles et futures des activités agropastorales dans le Ferlo.

[13] La question reste ouverte sachant que les transferts de compétences ne sont pas toujours accompagnés des moyens et des ressources permettant la mise en application des mesures préconisées.

2.3.2 Politiques publiques et gestion des espaces agropastoraux dans le Gourma (Mali)

Un rappel historique est nécessaire pour comprendre l'organisation actuelle des activités agropastorales dans le Gourma. D'abord sur le plan politique, l'empire théocratique peul de Macina (autrement appelé la Diina), établit en 1818 sous l'autorité de Sékou Amadou, a posé la structure de l'occupation des terres par les activités agricoles et pastorales entre les espaces du delta intérieur et ceux du Gourma.

Historiquement, il y a une complémentarité forte entre les pâturages du Delta intérieur du Niger *(bourgoutières* [14]) et ceux des parcours du Gourma (Gallais, 1975). Cette dualité entre les deux espaces pastoraux se traduit par la transhumance des pasteurs du Delta intérieur du Niger en direction du Gourma pendant la saison humide, et le retour dans les bourgoutières au début de la saison sèche pour tirer profit des pâturages de décrue. Ainsi l'empire théocratique a-t-il établi son contrôle et son influence sur le Delta intérieur du Niger et sur les riches pâturages de décrue à travers la réglementation stricte des dates et des parcours de transhumance et à travers la rigide séparation de terres agricoles et pastorales. Dans cet espace multifonctionnel, au sein duquel plusieurs systèmes de production opèrent à des échelles spatiales et temporelles différentes (Moorehead, 1991 ; Davies, 1996), un des objectifs des règles de gestion édictées sous l'empire théocratique était d'éviter les conflits entre les différents utilisateurs de l'espace. Ces utilisateurs peuvent être des agriculteurs, des pasteurs, des agro-pasteurs, des pêcheurs et des agro-pêcheurs (Moseley, 1995). A ce titre, les formes d'organisation ainsi que les règles établies sous l'influence de la Diina ont perduré jusqu'à nos jours (Maiga *et al.*, 2002 ; Magnani, 2009).

Compte tenu de l'évolution des politiques en matière d'élevage, la reconnaissance de l'espace pastoral en tant que support des activités d'élevage est encore insuffisante au Mali tandis que la vocation agricole des terres est relativement bien reconnue. Cette attitude vis-à-vis de l'espace pastoral est, d'après Thébaud (1995), liée au fait que les pasteurs n'ont pas, contrairement aux agriculteurs, d'emprise foncière stable. Ainsi, les vastes aires pastorales sont rattachées à un grand nombre d'utilisateurs et régies par le régime de bien commun en libre accès. Ce régime de bien commun relève avant tout des droits coutumiers

[14] D'après Bourgeot (1999) le terme bourgou désigne une association herbacée formant les meilleurs pâturages lors du retrait des eaux. Les bourgoutières sont donc des plaines inondables où pousse le bourgou, une plante fourragère dont le nom scientifique est Echinochloa stagnina. Cette plante fourragère est aussi utilisée en tant que aliment pour les hommes après transformation en mélasse de bourgou. La mélasse de bourgou a été une source alimentaire importante lors de la grande sécheresse de 1984 (Berge et al., 2005).

L'accès aux bourgoutières communautaires (situées dans le Delta intérieur du Niger) est ouvert à tous avec un droit d'accès prioritaire accordé à la communauté détentrice des droits coutumiers. Cet accès peut également donner lieu à la perception d'une redevance de la part des collectivités territoriales. Dans cette organisation, la question de la réciprocité se pose entre les agropasteurs du Gourma malien et ceux du Delta Intérieur du Niger. En effet, ces derniers vont en transhumance dans le Gourma pour tirer profit des pâturages sans conditions spécifiques de réciprocité envers les populations du Gourma. Cette situation est à l'origine de tension entre les agropasteurs de ces deux espaces connexes.

traditionnels. Dans le cadre des lois de décentralisation, la gestion locale est marquée par une faiblesse de l'État dans l'élaboration et la mise en application des textes législatifs relatifs au foncier rural (Cissé, 1999). Les quelques tentatives de mise en place d'un droit « moderne » sur l'accès à l'espace et aux ressources se sont avérées inefficaces dans la mesure où il a été pensé pour des sédentaires tandis que l'espace sahélien est encore dominé par le nomadisme (Leroy, 1999).

L'échelle communale a été jugée comme pertinente dans la gestion des espaces et des ressources naturelles (Fay, 1999 ; Fay *et al.*, 2006 ; Dia *et al.*, 2008). Au Mali, les lois de décentralisation de 1999 ont abouti à la création de 703 communes. Dans les textes, la création de ces collectivités territoriales a été suivie par un transfert des pouvoirs de l'État vers les collectivités territoriales. Au niveau local, les maires ont bénéficié de nouveaux pouvoirs d'administration du territoire communal et de gestion des ressources naturelles. Cependant, si l'architecture de la politique de décentralisation apparaît solide dans les textes, il se pose des problèmes d'application à plusieurs niveaux, notamment dans l'interaction entre les nouveaux acteurs territoriaux (maires) et les chefs traditionnels, dans l'incompatibilité entre l'échelle communale de gestion des ressources et la portée spatiale de certaines activités comme l'élevage qui ne respecte pas les limites communales (Moseley *et al*., 2002).

Dans ce contexte, l'adoption en 2001 de la « charte pastorale » se voulait la plateforme politique répondant à toutes les questions relatives à la gestion sociale et politique des ressources pastorales au Mali. Elle a défini les droits et devoirs des pasteurs. Parmi les droits mentionnés dans la dite charte, est précisé le droit de se mouvoir et d'avoir accès aux ressources pastorales. D'après l'article 27 de cette charte pastorale, les espaces pastoraux relevant du domaine de l'État et des collectivités territoriales sont :

- Les pâturages herbacés et aériens,
- Les bourgoutières,
- Les terres salées[15],
- Les points d'eau,
- Les gites d'étape[16].

Alors qu'on aurait pu penser que les agents de la décentralisation allaient se référer directement à la charte pastorale et aux lois portant création des communes pour justifier ce programme politique et sensibiliser les populations pastorales à sa réalisation, ils s'appuient, dans les faits, sur une lecture de l'histoire du Delta, ses dynamiques écologiques et socio-

[15] Les terres salées constituent des sols riches en minéraux tels que le chlorure de sodium, les carbonate et phosphate de calcium, le carbonate de sodium ainsi que des oligoéléments. En zone soudano-sahélienne d'Afrique, les troupeaux transhument aussi à la recherche de ces terres salées pour les lécher ou manger afin d'obtenir les compléments nutritifs (Toutain *et al.*, 2012).

[16] Les gîtes d'étape sont des aires de stationnement ou de séjour des troupeaux qui jalonnent les pistes de transhumance (Charte pastorale du Mali, 2001)

politiques, utilisant le même mode discursif que les éleveurs du Delta qui évoquent la *Diina* pour légitimer leurs droits ou leurs possessions (Leblon, 2013). Cette lecture n'est pas partagée par l'ensemble des éleveurs, notamment par ceux du Gourma. Ainsi des problèmes subsistent-ils quant à la compréhension de la charte pastorale et de ce fait les relations entre les éleveurs de ces deux espaces sont parfois conflictuelles.

Par ailleurs, l'instabilité politique et la dégradation de la sécurité qui prévaut depuis l'année 2011 dans la micro-région du Gourma n'est pas sans conséquences sur les activités agropastorales. Entre les revendications des indépendantistes rebelles du MNLA (Mouvement National de Libération de l'Azawad) et les attaques de divers groupes dits islamistes dont Ansar Dine, la crise sécuritaire constitue une entrave indéniable à une poursuite normale des activités pastorales dans cette zone. Avec l'éclatement de la guerre en mars 2012, les déplacements dans le cadre de la transhumance ont été limités dans l'espace. De nombreux pasteurs sont allés jusqu'à abandonner leur troupeau pour se réfugier dans les pays limitrophes comme le Niger, le Burkina Faso et la Mauritanie (RBM, 2014).

La présence de l'État à travers différentes politiques agricoles apparaît ainsi moins forte au Mali qu'au Sénégal. Une des raisons est liée au contraste entre les deux pays notamment sur le plan politique : d'un côté le Ferlo sénégalais bénéficie d'une situation de stabilité relative, de l'autre, le Gourma malien caractérisé par une période récente de conflit armé et d'instabilité politique. De telles différences devront désormais être prises en compte pour pouvoir comparer les avancées et l'efficacité des politiques et des stratégies de gestion des espaces agricoles et pastoraux dans ces deux régions.

2.3.3 Politiques publiques et gestion des espaces agropastoraux dans le Fakara nigérien

Nous avons vu plus haut **(cf paragraphe 2 .2)** que la durabilité des systèmes agropastoraux sahéliens en général, et plus particulièrement dans le Fakara nigérien **(cf section 2.2.3)** est confrontée à une forte pression anthropique. Nous avons vu, dans les paragraphes précédents, que, pour répondre à cette pression et à ses impacts, le Sénégal et le Mali ont développé des politiques dites de « décentralisation ». Les communes sont ainsi devenues des collectivités territoriales compétentes en matière de gestion des espaces agricoles et pastoraux. Le Niger semble avoir un certain retard dans la mise en application d'une telle politique[17]. Ainsi, malgré une volonté politique affichée par l'Etat en faveur de la décentralisation, les pouvoirs locaux traditionnels régissent-ils toujours les modes d'occupation des terres, ainsi que les rapports entre les hommes et leur environnement au Niger, ce qui n'est pas sans poser des questions, en particulier dans la bande sahélienne où coexistent agriculture et élevage et, *a fortiori*, dans le Sud-Ouest du pays, marqué par une très forte croissance démographique.

Les politiques agricoles adoptées entre 1960 et 1973 ont essentiellement été sectorielles. Tout comme dans les autres pays de la sous-région, une place centrale a été accordée à l'agriculture, reléguant le secteur de l'élevage au second plan. Avec la création en 1962 de l'Union Nigérienne de Crédit et de Coopération (UNCC), les coopératives agricoles ont été encouragées par l'État. A la suite des années de sécheresses des années 1970, la généralisation des coopératives agricoles a été initiée par l'État en vue de conduire des politiques permettant d'assurer l'autosuffisance alimentaire.

A partir de 1982, on a assisté au désengagement de l'État des secteurs productifs et marchands, à la responsabilisation des producteurs à travers les coopératives de production et de commercialisation et à la suppression dégressive de la subvention aux intrants (Dramé Yayé & Alpha Gado, 2006). Ce désengagement de l'État conjugué avec la sécheresse des années 1983-1985 a provoqué une profonde crise agricole au Niger à l'instar des autres pays ouest-africains à la même période. Le début des années 1990 est caractérisé par une importante instabilité politique et sociale au Niger. Aux contestations et revendications de la société civile dans un contexte de difficultés économiques s'ajoutent la rébellion et les conflits intercommunautaires qui vont déstabiliser le pays. C'est dans ce contexte que les principes directeurs pour une politique de développement rural pour le Niger *(PDPDR)* vont voir le jour. Parmi les principales idées véhiculées, figure la nécessité d'un code rural dans l'objectif de faire de la sécurité alimentaire une réalité en garantissant aux opérateurs ruraux les conditions leurs permettant de mener leurs activités en toute sécurité. Les principes d'orientation du code ont été adoptés par l'ordonnance n°93-015 du 2 mars 1993.

[17] D'après Olivier de Sardan (2009), « *La décentralisation au Niger a véritablement commencé en 2004. Mais les communes ne se construisent pas sur terrain vacant, pas plus qu'elles ne suppriment les formes de gestion et de pouvoir déjà en place, loin de là ».*

Ce code rural a eu vocation de répondre aux problèmes auxquels sont confrontées les populations tels que la raréfaction et la dégradation des superficies cultivables, la diminution des espaces pastoraux avec la remontée des cultures vers le nord et les conflits croissants entre agriculteurs et éleveurs (RBM, 2014)[18]. Jusqu'à récemment, la place du pastoralisme dans les politiques agricoles du Niger n'était que peu mis en avant. C'est pour pallier ce problème qu'une ordonnance relative au pastoralisme a été adoptée en mai 2010. Elle a été élaborée en concertation avec la société civile pastorale dans le but de fournir des instruments novateurs permettant de sécuriser le pastoralisme. La mobilité pastorale a ainsi été reconnue comme un droit. De ce fait, l'ensemble des terres pastorales au-delà de la limite nord des cultures (isohyète 350 mm), sont interdits à la pratique de l'agriculture. Ce qui pose d'emblée le problème de la fluctuation de cette limite suivant les années : en cas de sécheresse, les pasteurs ont le droit de faire pâturer leur troupeau dans les enclos et les forêts classées. Ces mesures permettent de comprendre le rôle que peuvent jouer les politiques et stratégies de gestion dans l'organisation spatiale des activités.

Ce chapitre 2 a montré que, dans ces trois micro-régions, la question socio-environnementale se pose dans des termes très similaires ; similitudes qui se manifestent, d'une part dans l'évolution de la démographie qui induit des changements importants dans les systèmes de production (agriculture et élevage), d'autre part dans l'évolution de la pluviométrie qui, à son tour, a un impact sur la disponibilité des ressources. Toutefois, sur le plan démographique, l'accroissement de la population dans le Sud-Ouest nigérien est plus fort avec 3,9 % par an, en comparaison du Mali et du Sénégal qui connaissent respectivement 3,1 % et 2,5 % de taux d'accroissement annuel de la population. Une des conséquences directes de cette pression démographique est l'augmentation des défrichements culturaux, au détriment des parcours dans chacune des micro-régions, mais avec un degré d'intensité différent dans les trois cas. A cette pression démographique, s'ajoute la pression du cheptel en constante augmentation sur une ressource pastorale en recul spatial et fragmentée. Ces dernières sont également impactées par le contexte climatique.

Dans les trois micro-régions, il est établi que l'évolution du contexte climatique est caractérisée par d'importantes fluctuations au niveau de la pluviométrie. Chacune des micro-régions ont été impactées par les sécheresses des années 1973-1974 et celles de 1984-1985. Les conséquences ont été très néfastes sur les ressources naturelles pastorales (eau, fourrage), sur les systèmes de productions (agriculture, élevage) et sur les hommes. Concomitamment à la deuxième période de sécheresse (1984), les institutions mondiales ont imposé au même moment des réformes d'ajustement structurel dans l'objectif de

[18] D'après Abdoul Karim Mamalo, secrétaire national permanent du code rural de 2000 à 2010, *« Le Code rural a été élaboré pour réglementer la pratique de l'agriculture, de l'élevage et de la gestion des ressources naturelles. Il vise à préserver l'équilibre agro-pastoral qui est une donnée fondamentale du Niger ».*

résoudre les crises politico-économique, écologique du moment. Le secteur agricole a été touché par ces réformes. Dans chacune de nos micro-régions, l'état s'est désengagé du secteur agricole (suppression des subventions aux semences, aux intrants, aux matériels agricoles). Ces politiques n'ont pas eu les résultats escomptés. L'objectif initial était d'atteindre l'autosuffisance alimentaire, ce dernier a laissé place à la sécurité alimentaire. Contrairement au Sénégal, le Mali et le Niger se sont efforcés d'atteindre l'autosuffisance alimentaire en réussissant à augmenter de manière significative leurs productions nationales tout en limitant les importations. Le Sénégal, quant à lui, a vu ces importations croitre continuellement depuis les grandes sécheresses jusqu'à nos jours.

Plus spécifiquement sur l'élevage, des politiques sectorielles ont été conduites dans chacune des micro-régions. Contrairement au Mali et au Niger qui ont connu des périodes d'instabilité, la stabilité politique du Sénégal a sans doute contribué au maintien de la présence de l'État notamment dans la conduite des politiques sectorielles. L'intervention sectorielle de l'état sénégalais s'est traduite par la mise en avant de l'hydraulique pastorale qui a permis à la région du Ferlo d'avoir une couverture importante en forages. Ainsi, l'accès à l'eau est moins problématique chez les éleveurs du Ferlo que chez ceux du Gourma ou du Fakara nigérien. Quant à la question de l'accès au fourrage, elle demeure très problématique dans les trois micro-régions.

Le contexte actuel est marqué par la question du retour de la pluie et du reverdissement. Les diagnostics proposés par les scientifiques pour caractériser ces changements environnementaux ne sont pas toujours concordants. Dans ce contexte, il est important de mener des observations à des échelles plus fines pour mieux cerner les tendances qui caractérisent chacune de nos micro-régions. A travers la télédétection, l'un des objectifs majeurs de cette thèse est de faire des observations multi-scalaires pour mettre en évidence les tendances.

Nous avons vu que les interactions entre les composantes des anthroposystèmes (climat, sol, végétation, politique, économie, démographie) engendrent des changements importants qui peuvent avoir des trajectoires différentes sinon divergentes entre nos micro-régions. Un élément central dans la compréhension de ces processus de changement est d'étudier les perceptions de ces dynamiques par les populations locales (agriculteurs, pasteurs, agropasteurs). A partir de leurs perceptions et compréhensions, ils mettent en pratiques des stratégies pour s'adapter au nouveau contexte environnemental. Nous tenterons de comprendre ces perceptions ainsi que les stratégies qui en découlent dans chacune de nos micro–régions à travers des enquêtes de terrain

Chapitre 3

Ce chapitre a pour objectif de présenter le cadre théorique et la démarche méthodologique adoptée dans le cadre de cette thèse. Dans un premier temps, nous étudierons les concepts de vulnérabilité et d'adaptabilité, appliqués aux systèmes agropastoraux des micro-régions étudiées. Il sera ensuite question plus spécifiquement de la vulnérabilité et de l'adaptabilité de l'élevage. Enfin, la démarche méthodologique qui structure et guide cette thèse sera présentée. Elle explicite et justifie les choix qui ont été faits en terme de recueil et de traitement des informations à l'appui de la thèse : l'utilisation de la télédétection et le recours aux enquêtes de terrain.

3.1 Vulnérabilité et adaptabilité des systèmes agropastoraux sahéliens : de quoi parle-t-on ?

Le niveau d'exposition d'un système à un risque ou à une perturbation combiné à sa capacité de réaction permet de mesurer sa vulnérabilité. A ce titre, la vulnérabilité peut être définie comme la sensibilité d'un système face à un aléa, une perturbation. Cette sensibilité dépend d'une part de l'intensité et de la fréquence du phénomène. D'autre part, elle est fonction de la capacité de réaction du système, autrement dit de sa résilience. Ce dernier concept est emprunté à la physique, désignant la capacité d'un matériau à reprendre sa forme originelle après avoir subi un choc. Son emploi a été élargi et appliqué, par analogie, entre autres, aux systèmes socio-écologiques. La résilience est ainsi une composante de la vulnérabilité qui exprime la capacité des systèmes socio-écologiques à absorber les perturbations tout en conservant leurs structures essentielles, ainsi que les processus à l'origine de ces structures (Holling, 1973, 1986 ; Walker *et al.*, 2002). Les facteurs perturbateurs qui contribuent à cette vulnérabilité peuvent être d'ordre environnemental et/ou sociétal.

La vulnérabilité est ainsi, le plus souvent, conceptualisée au moyen de trois notions qui sont : l'exposition, la sensibilité et la résilience (Adger, 2006 ; Descamps, 2007) **(Figure n°3.1).** Du fait de la multiplicité des domaines et des disciplines qui s'intéressent à la vulnérabilité, Il est aujourd'hui difficile d'établir une définition unique de ce concept. Cette difficulté émane aussi de la complexité à laquelle cette notion renvoie. La diversité des champs disciplinaires qui s'y intéressent avec des démarches méthodologiques et des indicateurs différents aboutit à une polysémie qui ne permet pas une exploitation univoque du concept (Adger, 2006 ; Gallopin, 2006 ; Thomas, 2008 ; Bidou & Droy, 2013).

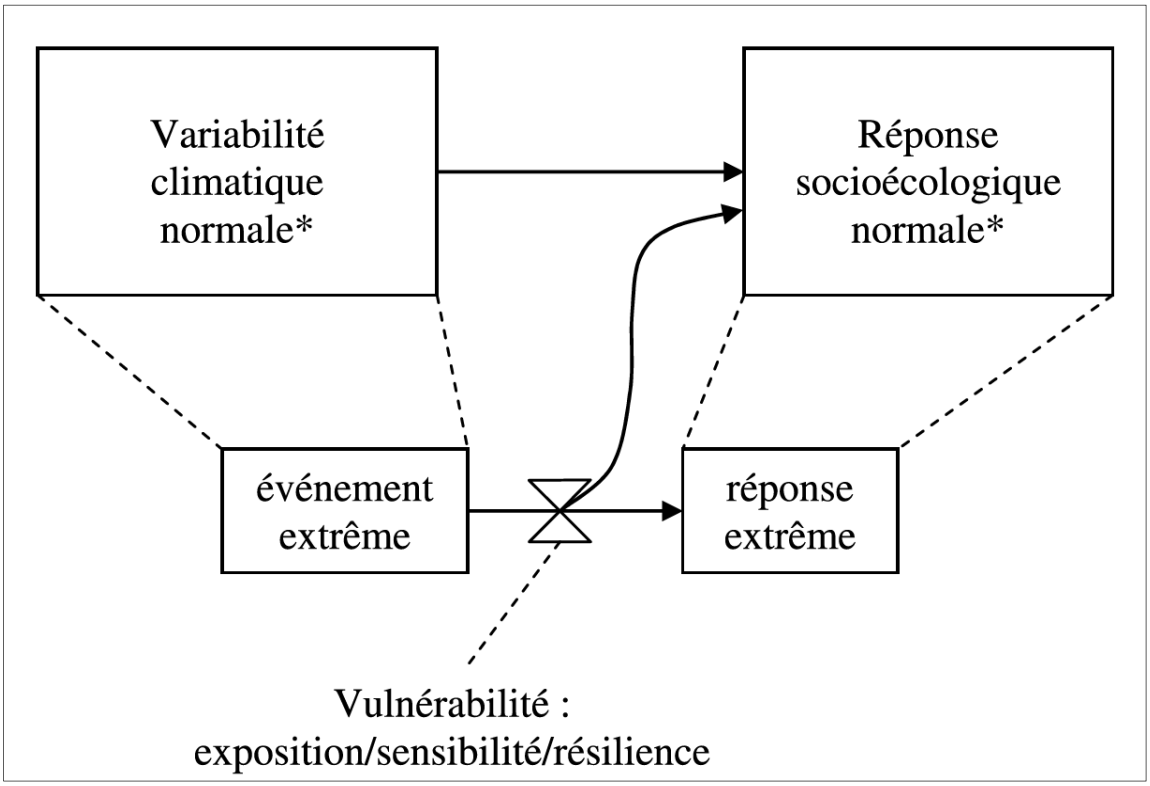


Figure n°3. 1: Vulnérabilité, exposition, sensibilité, résilience (d'après Goodin, 2004).
**Les caractères d'exposition, de sensibilité et de résilience, éléments de la vulnérabilité des systèmes socio-écologiques, déterminent le caractère plus ou moins catastrophique de leur réponse à un événement extrême (d'après Goodin, 2004).*

Le concept de vulnérabilité ayant cependant une valeur heuristique indéniable pour étudier les systèmes socio-environnementaux, nous y aurons recours pour analyser les évolutions du système d'élevage sahélien. De notre point de vue, pour mieux appréhender un système vulnérable, il est important d'identifier au départ la source spécifique de vulnérabilité susceptible de modifier le système. Autrement dit, il s'agit de trouver une réponse claire à la question « vulnérabilité à quoi ? » (Wisner *et al*., 2004). La réponse à cette question donne lieu à plusieurs sources de vulnérabilité, à une diversité des sensibilités aux différentes échelles spatio-temporelles. De ce fait, il est difficile de mener une étude de la vulnérabilité indépendamment de toute idée de complexité. Ainsi, La vulnérabilité est un concept dynamique qui de ce fait doit être abordé en prenant en compte l'ensemble du système. Partant de ce constat, Turner *et al*., (2003) proposent une étude multiscalaire et multi-temporelle de la vulnérabilité. Cette approche semble fructueuse si on l'applique aux systèmes agropastoraux sahéliens. Avec une approche systémique combinant le sous-système social et le sous-système environnemental, la question de la vulnérabilité se doit d'être abordée de façon globale.

En somme, malgré les évolutions du concept de vulnérabilité, l'un des défis majeurs reste de développer des moyens de mesures robustes et efficaces pour mieux appréhender les niveaux de vulnérabilité et de résilience du système (Adger, 2006 ; Becerra, 2012).

3.1.1 L'élevage sahélien face à la question de la vulnérabilité

Aussi bien dans le Ferlo que dans le Gourma ou dans le Fakara du Niger, la question de l'élevage concerne à la fois le sous-système social et le sous-système environnemental. D'une part, ces deux sous-systèmes sont soumis à des évolutions temporelles qui peuvent être ponctuelles ou s'appréhender en prenant en compte le court, le moyen ou le long terme. D'autre part, sur le plan spatial, ils s'intercalent à l'échelle locale, régionale, nationale voire internationale dans le cadre des pratiques ayant trait à la transhumance. De ce fait, pour mieux appréhender la vulnérabilité de ce système, il est nécessaire de rappeler quelques caractéristiques de base de l'élevage tel qu'il est pratiqué au Sahel. Tout d'abord, l'élevage constitue avec l'agriculture l'une des principales sources d'activités économiques dans les micro-régions étudiées. Cette activité est un moyen de capitalisation important aux yeux des éleveurs, le bétail étant considéré comme un capital sur pied. Par ailleurs, il est aisé pour un propriétaire de troupeau d'utiliser ce capital pour répondre rapidement à des besoins monétaires urgents. Ce capital est aussi utilisé dans les manifestations sociales ou religieuses (mariages, baptêmes, fête de la Tabaski, …).

Sous cet angle, on peut considérer l'élevage comme un moyen permettant de réduire la vulnérabilité des sociétés rurales à l'échelle de la famille ou plus largement des besoins sociaux[19]. Parallèlement, il est important de noter que l'élevage au Sahel dépend étroitement des conditions climatiques et des potentialités du milieu naturel. En particulier, il est primordial pour l'élevage d'avoir accès à ces deux ressources naturelles que sont la végétation et l'eau. Des perturbations d'ordre climatique (Ex. : sécheresse) ou anthropique (Ex. : feux de brousse)[20], peuvent donc montrer sa vulnérabilité. Par ailleurs, afin d'assurer la survie des troupeaux, notamment pendant la saison sèche, les éleveurs sont souvent obligés d'investir dans les compléments alimentaires pour le bétail, ce qui entraîne, dans bien des cas, une décapitalisation par la vente d'une partie des troupeaux afin d'assurer la survie de l'autre partie.

---

[19] C'est avec une telle approche que le programme de recherche ECLIS (Elevage Climat et Société), s'était donné comme objectif d'appréhender la vulnérabilité des sociétés rurales en Afrique de l'ouest, et de mettre en évidence l'apport de l'élevage dans la réduction de cette vulnérabilité.

[20] Sur des écosystèmes déjà fragilisés par les sécheresses répétées, les feux de brousse ont généralement des repercussions négatives sur la disponibilité des ressources fourragères en milieu sahélien dans la mesure où ils peuvent détruire les semences des plantes annuelles et empêcher la régénération naturelle (Daget et Godron, 1995). Cependant, dans le domaine soudanien (plus humide), on peut nuancer les impacts négatifs des feux de brousse sur l'élevage dans la mesure où ils peuvent servir entre autre à néttoyer les paturages et réactviter des jeunes repousses d'herbe. Ils peuvent aussi être utiles dans le cadre de la chasse, ou encore pour le nettoyage des champs (Caillault et al, 2010).

Cette décapitalisation, imposée ici par des facteurs environnementaux, est aussi une source de vulnérabilité importante. Ainsi l'élevage sahélien apparait comme étant vulnérable à plusieurs niveaux et en fonction de différents facteurs.

Dans sa note sur les indicateurs de vulnérabilité, Pierre Hiernaux (2011), évoque un triangle de vulnérabilités liées à l'élevage. Les trois sommets de ce triangle sont:

a) la vulnérabilité du ménage rural,
b) la vulnérabilité du troupeau,
c) la vulnérabilité de l'écosystème.

Ce triptyque Homme-Bétail-Ecosystème constitue le cœur du système que nous cherchons à analyser au sein des trois micro-régions.

Nous abordons la vulnérabilité des systèmes d'élevage selon une approche qui prend en compte les ressources fourragères naturelles, en particulier la végétation, en relation avec le climat et les pratiques d'élevage. En partant de l'observation du couvert végétal et de son évolution dans le temps et dans l'espace, nous nous proposons d'analyser les stratégies d'adaptation des agropasteurs face à cette évolution au sein des trois régions d'étude.

3.1.2 Les facteurs de vulnérabilité de l'élevage

Comme nous l'avons esquissé dans ce qui précède, les facteurs de vulnérabilité de l'élevage au sein des espaces étudiés, peuvent être classés en deux catégories : les facteurs liés au climat d'une part et les facteurs sociodémographiques. Parmi les principaux facteurs de vulnérabilité, on peut citer les sécheresses répétées depuis la fin des années 1960 (précisément 1968) (Touré, 2010 ; Sambo, 2010 ; Magnani, 2010 ; Becerra *et al*., 2012). En effet, le déficit hydrique occasionné par ces sécheresses a un impact direct sur la couverture végétale, qui est une ressource primordiale.

Sur le plan sociodémographique, la pression agricole sur les terres est aussi considérée comme un facteur important de vulnérabilité de l'élevage. En effet, l'augmentation des surfaces utilisées pour l'agriculture se fait au détriment des espaces pastoraux. En outre, certaines espèces herbacées et ligneuses à forte valeur fourragère sont menacées de disparition en raison de cette pression. Cette dernière est accentuée par la croissance démographique, qui est l'un des moteurs de l'augmentation de la demande en terres agricoles pour maintenir voire augmenter la production vivrière dans une visée d'autosubsistance à l'échelle locale.

Une autre source de vulnérabilité de l'élevage dans la zone d'étude, est l'accès aux ressources qui est souvent rendu difficile, voire impossible par l'insuffisance de couloirs de passage. Par ailleurs, certains facteurs politiques et institutionnels qui sont parfois source de

vulnérabilités ont pris de l'importance lors de ces deux dernières décennies (Dia *et al*., 2008, 2013). Ainsi, l'absence de règles formelles de gestion, la non effectivité des transferts de compétence de l'État vers les collectivités en matière de gestion des ressources naturelles, la non reconnaissance de l'élevage comme mode mise en valeur des terres au même titre que l'agriculture renforcent la vulnérabilité de l'élevage sahélien.

3.2 L'adaptabilité de l'élevage

Face aux facteurs de vulnérabilité évoqués précédemment, la question de la capacité d'adaptation des éleveurs se pose. Suite aux sécheresses des années 1970-1980, plusieurs publications se sont intéressées aux stratégies d'adaptation des éleveurs sahéliens (Gallais, 1975, 1977 ; Thébaud, 1988 ; Marty, 1989 ; Bonfiglioli, 1991 ; Bernus 1995). Plus récemment[21], l'intérêt de mener des recherches approfondies sur les stratégies pastorales dans le contexte actuel a été mis en avant. Parmi les principales stratégies développées par les éleveurs sahéliens, la mobilité occupe une place centrale. En effet, la conduite des troupeaux sur de grandes distances en fonction des saisons, permet aux éleveurs de tirer au mieux profit des ressources naturelles (eau, fourrage) qui sont réparties inégalement dans l'espace et dans le temps.

D'autres stratégies ont permis aux éleveurs de s'adapter, parmi lesquelles on relève :

- la pratique de l'agriculture pluviale,
- l'achat de compléments alimentaires,
- diversification des activités (commerce des produits alimentaire de base, pêche etc.).

Nous nous sommes focalisés sur l'étude de l'évolution des stratégies mises en place par les éleveurs face à l'évolution des ressources pastorales, en particulier des ressources fourragères. Ces stratégies pourront être appréhendées en interrogeant les perceptions et les représentations qu'ont les éleveurs de leur environnement. Même si subsistent des incertitudes dans les capacités d'adaptation d'un système ou d'une société à différentes échelles (Adger *et al*., 2005), nous pensons qu'il est possible de mieux comprendre les stratégies mises en place en nous entretenant directement avec les intéressés lors d'enquêtes de terrain.

[21] Dans le cadre du programme ECliS (Elevage, Climats et Sociétés), projet financé par l'Agence Nationale de la Recherche 2009-2011. L'objectif principal de ce projet est l'étude de la contribution de l'élevage à la réduction de la vulnérabilité des ruraux et à leur adaptabilité aux changements climatiques et sociétaux en Afrique sub-saharienne. Plus d'information sur http://eclis.get.obs-mip.fr/index.php/projet/presentation.

3.3 Approche méthodologique de la vulnérabilité et de l'adaptabilité des systèmes agropastoraux sahéliens

Pour déterminer et comprendre les dynamiques en cours, les changements environnementaux et sociétaux, les stratégies d'adaptation, il faut définir un procédé qui permettra de mieux appréhender les différents aspects de la vulnérabilité des systèmes étudiés. La méthode adoptée ici comporte deux volets. Les deux volets ont été développés dans le souci d'une démarche géographique qui s'intéresse aux processus de différenciation spatiale : « pourquoi ici plutôt que là ? », cette question fonde la réflexion géographique (Alexandre et Génin, 2012). Pour mettre en évidence ces différences spatiales entre les systèmes d'élevage au sein de la zone d'étude, nous avons eu recours à la télédétection et aux enquêtes de terrain. L'utilisation de la télédétection nous a permis de cartographier l'occupation du sol et son évolution au cours du temps dans les trois micro-régions, tandis que le second volet a pour vocation de comprendre voire d'expliquer les contrastes spatiaux et les changements temporels de l'occupation du sol de tels qu'ils ont pu être observés.

3.3.1 Cartographie des changements de la couverture du sol par la végétation : apport de la télédétection

Dans les systèmes de production agro-pastoraux, le couvert végétal est considéré comme la principale ressource fourragère. Le *fourrage* désigne toute matière végétale servant à l'alimentation des animaux domestiques. C'est un terme très général pour désigner le couvert végétal qui, en raison de son utilisation pour l'élevage, est considéré comme une ressource de premier plan. Cette ressource fourragère constitue un élément structurant dans le système d'élevage extensif tel qu'il est pratiqué dans les trois micro-régions d'étude. Selon sa disponibilité dans le temps, sa répartition dans l'espace, elle structure et conditionne la transhumance. Les modes de conduite des troupeaux, la période de migration d'un point *A* vers un point *B* et la survie des troupeaux sont autant d'éléments qui dépendent de la quantité et de la qualité des ressources fourragères disponibles. D'où l'intérêt qu'accordent les spécialistes du pastoralisme à l'étude de la végétation des parcours sahéliens.

Avant de présenter l'intérêt et l'apport de la télédétection dans l'étude de la couverture du sol par la végétation, il est important de présenter les types de ressources fourragères qui seront étudiées et cartographiées et leur place dans les systèmes agropastoraux auxquels on s'intéresse. Nous allons tout d'abord montrer que la végétation est avant tout une ressource capitale pour les agropasteurs dans la zone d'étude. Qu'elle soit ligneuse ou herbacée, son abondance, sa rareté ou sa disparition sont des éléments qui influencent fortement les conditions de vie des agropasteurs et leurs stratégies d'adaptation.

3.3.1.1 Les types de ressources fourragères à cartographier et à quantifier

Parmi les ressources naturelles pastorales, on distingue deux types de ressources fourragères : les herbacées et les ligneux. Même si la végétation herbacée domine dans l'alimentation du bétail, la végétation ligneuse est presque indispensable à la survie des troupeaux au Sahel, car pourvoyeuse d'un fourrage d'appoint en particulier en saison sèche. La cartographie des deux types de végétation est nécessaire pour comprendre l'évolution des activités agropastorales.

A- Fourrage ligneux :

Dans les micro-régions du Ferlo, du Gourma et du nigérien, les pasteurs et les bergers se déplacent en fonction des opportunités qu'offre le milieu naturel. Le fourrage ligneux devient une denrée très convoitée durant la saison sèche. En effet, au cours de cette période de l'année, le fourrage herbacé est plus rare et de moindre intérêt nutritif. Les éleveurs se rabattent alors sur le fourrage aérien dans le but de compléter l'alimentation du bétail pendant la période dite de « soudure »[22].

L'utilisation des ligneux dans l'alimentation des troupeaux est une pratique pastorale très ancienne au Sahel et toujours d'actualité au sein des micro-régions. Sans les ligneux fourragers, la survie de l'élevage en zone sahélienne serait pratiquement impossible. Ce constat avait déjà fait l'objet d'un certain nombre d'observation dans des travaux antérieurs. Ainsi d'après Pélissier (1980), les feuillages et fruits d'arbres jouent-ils un rôle irremplaçable de fourrage vert en Afrique sahélienne. Plusieurs auteurs (Le Houérou, 1978, 1980 ; Richard *et al*., 1989 ; Guérin, 1994) ont montré, la nécessité et surtout la valeur des fourrages ligneux utilisés pendant la longue saison sèche. Boudet & Toutain (1980) ont mis en évidence l'intérêt que représente l'usage des ligneux en tant que fourrage en Afrique sahélienne.

Dans ses observations sur les pratiques d'émondage en zone pastorale du Burkina, Petit (2000) montre à quel point l'émondage des ligneux est une pratique ancienne avec des techniques permettant de mettre les arbres fourragers à disposition du bétail. Ainsi on voit qu'il est important de prendre en compte ces ressources fourragères dans le cadre d'une étude qui s'intéresse aux différentes stratégies agropastorales.

---

[22] La période de soudure est une période transitoire entre la saison sèche et le début de l'hivernage. Les ressources naturelles pastorales (eau, fourrage), se raréfient. La période allant de mars à juin est particulièrement difficile pour les éleveurs dans la mesure où ils doivent utiliser des compléments alimentaires (granulés, graines de coton, résidus de cultures, fanes d'arachide..) pour assurer la survie des troupeaux. La durée de cette période est d'une part variable d'une année à l'autre, d'autre part elle a tendance à se rallonger dans la mesure où le début de l'hivernage est de plus en plus tardif.

B- Le fourrage herbacé

Le fourrage herbacé est constitué essentiellement d'espèces annuelles à cycle court. On note une augmentation considérable du stock fourrager herbacé entre juin et septembre qui correspond à la saison des pluies. A partir du mois d'octobre qui marque le début de la saison sèche, la diminution de ce stock se fait de façon continue jusqu'à l'arrivée des premières pluies de mousson. Echappant au cycle imposé par la mousson, les annuelles à cycle long et les hémicryptophytes, souvent refusées par le bétail, comme *Sida cordifolia*, se substituent, en cas de surpâturage, aux annuelles à cycle court très appréciées comme *Zornia glochidiata* (Hiernaux *et al*., 2009 b). Les cas de refus par le bétail conduisent alors à une accentuation des disparités importantes des ressources fourragères entre le nord et le sud du Sahel. Ainsi pourrait s'expliquer l'augmentation du stock fourrager dans le sud par opposition au nord où il demeure faible. En effet, dans le nord du Sahel, la pression du bétail sur les annuelles à cycle court est très forte. Cette pression, surtout lorsqu'elle est couplée à des années sèches successives, fait que la production de fourrage herbacé au fil des années s'y trouve, indépendamment du rythme saisonnier du climat, plus affectée qu'au sud.

De ce fait, pour comprendre les disparités entre ces régions, il est important de cartographier, en tentant de la quantifier, cette ressource fourragère – aussi bien herbacée que ligneuse - dans les trois micro-régions.

3.3.1.2 Apport de la télédétection

L'apport de la télédétection dans le cadre de cette thèse est de répondre à l'objectif de cartographie et de quantification des changements dans la couverture végétale, principale ressource fourragère des agropasteurs. Cette spatialisation est un préalable à l'explication des tendances observées. L'intérêt de l'utilisation de la télédétection dans l'étude des parcours au Sahel a été démontré par Courel (1985) et, depuis lors, de nombreux travaux se sont basés sur des analyses diachroniques (Rabarimanana *et al*., 2003 ; Andrieu, 2008 ; Ruster, 2009 ; Souley Yéro, 2013 ; Fall, 2014, *etc*.). Les photographies aériennes anciennes des années cinquante et soixante, ont été très souvent comparées aux images satellites à haute résolution comme Landsat MSS, Landsat TM, ETM+, HRV de Spot, dans le but de remonter quelques années plus avant dans l'étude des changements de la couverture végétale (Hountondji, 2008).

À travers la télédétection, nous projetons d'établir une synthèse comparative articulant l'échelle locale et l'échelle micro-régionale. Jusque-là, une grande partie des études qui ont été faites sur le suivi de la couverture du sol par la végétation dans les régions sahéliennes du Ferlo (CSE/ROSELT/OSS, 2002 ; Sarr, 2009 ; Touré *et al*., 2010), du Gourma (Cheula 2009 ; Hiernaux *et al*., 2009 b; Dardel, 2014) et du Fakara (Mamane, 2009 ; Souley Yéro, 2013) privilégiaient les échelles locales ou macro-régionales mais rarement l'échelle régionale. Ces études locale ou macro-régionale n'étaient pas faites dans le but de comparer différentes régions. Nous pensons qu'établir une cartographie de la couverture du sol par la

végétation, articulant l'échelle locale et l'échelle micro-régionale pourra faciliter la comparaison entre les trois régions.

3.3.2 Apport des enquêtes de terrain

Étudier l'évolution des sociétés agropastorales du Ferlo, du Gourma et du Fakara et diagnostiquer les mutations en cours doivent permettre de répondre à des questions que nous avons jugées fondamentales.

Quels liens peut-on établir entre observations des changements et perceptions des sociétés ? Quels sens donne-t-on aux pratiques ? Quelles stratégies adopter pour s'adapter aux différents changements qui marquent l'évolution des ressources pastorales ? Répondre à ces questions doit permettre d'atteindre l'un des objectifs principaux de cette thèse qui est de comprendre la manière dont les agropasteurs intègrent les changements dans leurs activités à la lumière des perceptions et représentations qu'ils ont de leurs environnements et de leurs activités.

Pour atteindre ce but, nous avons opté pour une méthode basée sur les enquêtes de terrain par entretiens semi-dirigés. Technique très courante dans le cadre des recherches en sciences sociales (Combessie, 2007), les entretiens- en particulier semi-dirigés se révèlent utiles lorsque l'objectif est de détecter des préoccupations inconnues de l'enquêteur au départ de l'analyse, d'éclairer le sens que les acteurs donnent à leurs pratiques, de mettre à jour leurs représentations sociales (Marega *et al*., 2013). Sur le terrain, nous avons mis en pratique cette méthode avec le souci de couvrir largement les micro-régions étudiées à travers le choix d'un échantillon de villages. La diversité de localités enquêtées nous a permis de faire des analyses comparées et d'aboutir à une synthèse à l'échelle macro-régionale, s'appuyant sur la démarche comparative entre les trois micro-régions.

En résumé, l'approche méthodologique adoptée s'articule d'une part autour de la télédétection pour le suivi et l'évolution comparée des ressources fourragères et d'autre part autour des enquêtes de terrain par entretiens semi-dirigés **(Figure n°3.2)**. Au moyen de cette combinaison entre télédétection et enquêtes de terrain par entretiens, nous cherchons à comprendre comment évolue la couverture végétale, principale ressource fourragère, comment les agropasteurs perçoivent ces tendances et quelles stratégies ils développent dans chacune des micro-régions étudiées, l'objectif final étant de produire une synthèse comparative dans une perspective de régionalisation.

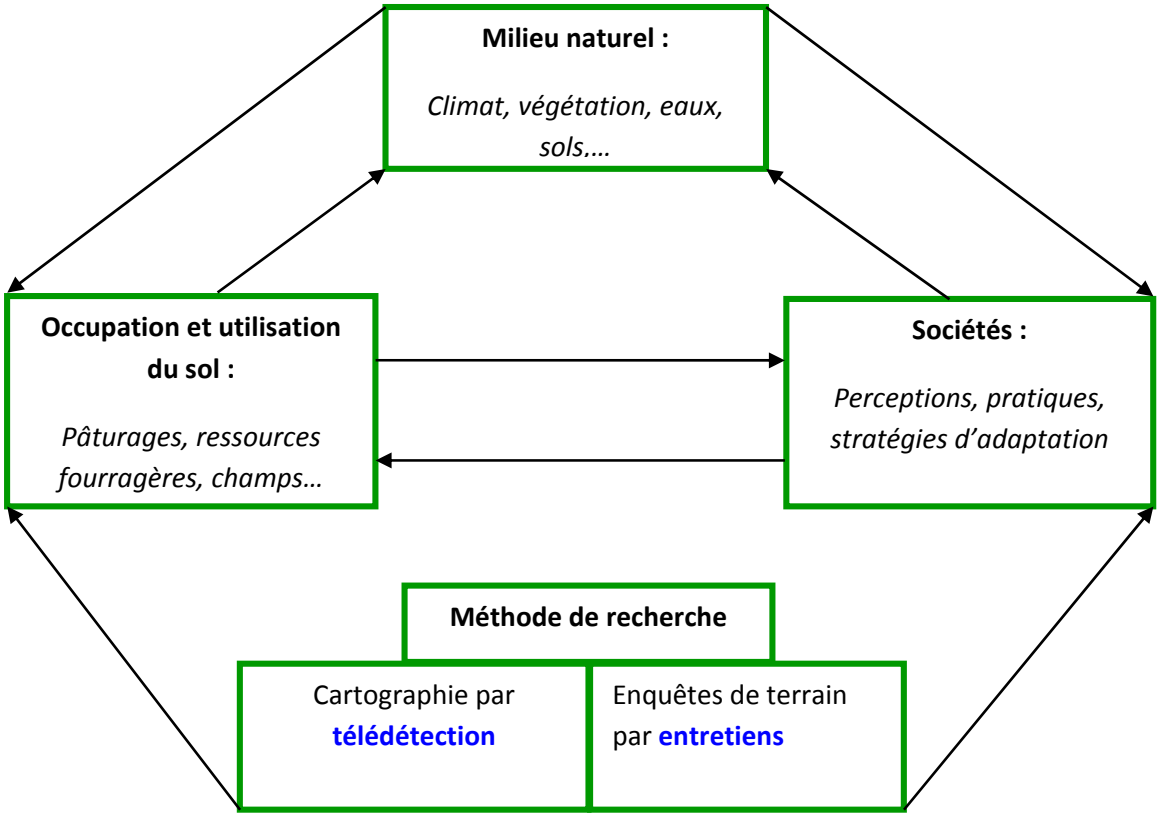


Figure n°3. 2: Approche méthodologique générale

CONCLUSION PARTIE 1

Dans cette première partie, l'étude comparative des contextes biophysique, socio-économique et politique a permis de mettre en évidence les traits communs ainsi que ceux qui sont spécifiques à chacune des micro-régions. Les trois micro-régions sont caractérisées par un même contexte climatique avec des phases de sécheresses qui alternent avec des périodes relativement humides. Les mêmes formations végétales à dominante steppique suivant le gradient bioclimatique avec cependant quelques contrastes notamment liés à la présence du Parc W dans le sud du Fakara nigérien et aux microreliefs du Gourma malien et du Fakara. A l'échelle de la bande sahélienne la tendance actuelle est au reverdissement. Nous verrons dans la deuxième partie si les observations aux échelles micro-régionales et locales font état des mêmes tendances.

Sur le plan sociodémographique, la comparaison des trois micro-régions fait ressortir une tendance générale à l'accroissement démographique. L'accroissement de la population nigérienne est le plus élevé avec 3,9 % par an, en comparaison avec le Mali et le Sénégal qui connaissent respectivement 3,1 % et 2,5 % de taux d'accroissement annuel de la population. Cette pression démographique s'accompagne d'un accroissement de la taille du cheptel qui s'explique par l'augmentation de la demande en produits alimentaires issus de l'élevage et qui a pour conséquence une pression importante sur les ressources naturelles en milieu rural. Dans les trois régions étudiées, les principales activités concernées sont l'élevage et l'agriculture. Nous avons également vu que les trajectoires de ces activités tiennent à la fois au contexte climatique, à la pression démographique mais aussi aux différentes politiques publiques de gestion des ressources naturelles.

Par ailleurs nous pensons que les modulations des ressources et des activités dépendant surtout des perceptions, éléments centraux dans la compréhension des processus de changement car elles conditionnent la mise en place de pratiques et stratégies d'adaptation. Enfin, la méthode générale retenue a été déclinée dans cette première partie. Elle articule télédétection et enquêtes de terrain.

PARTIE 2

« Qui voit de haut, voit bien ; qui voit de loin voit juste »

(Victor Hugo, L'exilé satisfait, recueil : L'art d'être grand père, 1877)

DEUXIEME PARTIE: Etude de l'occupation du sol aux échelles régionales et locales

Cette deuxième partie a pour objectif de répondre aux questions suivantes : quel est l'état actuel de l'occupation du sol par la végétation ? Comment cet état a-t-il évolué depuis la période de récurrence d'années sèches entre 1968 et le milieu des années 1990? Comment la répartition spatio-temporelle de la couverture du sol par la végétation s'articule-t-elle entre l'échelle micro-régionale et locale. À travers la cartographie du couvert végétal, il s'agit d'appréhender et de caractériser la dynamique des ressources, en particulier fourragères. A partir d'une telle cartographie, la quantification des surfaces occupées par la végétation à différentes dates devra nous permettre de mettre en évidence les variations spatiotemporelles du potentiel fourrager des régions étudiées.

Cette spatialisation est indispensable afin de mieux comprendre les stratégies pastorales en matière de transhumance. En effet, le choix des axes de transhumance par les pasteurs, agropasteurs, devrait être en partie conditionné par une connaissance voire une prévision de la localisation des zones à fort potentiel fourrager au sein de chaque microrégion. L'utilisation de la Télédétection dont L'apport pour l'étude des parcours sahéliens a déjà été démontré par de nombreux travaux (De Wispelaere, 1977 ; Courel, 1985 ; Courel *et al*., 1988 ; De Wispelaere, 1988, 1990, 1991) nous permettra ici de dresser une cartographie détaillée de l'état du sol et des ressources fourragères au sein des micro-régions.

Après un bref rappel des principes de télédétection, nous exposerons les données ainsi que les méthodes d'analyse choisies dans l'optique de répondre aux questions posées dans la première partie (**Chapitre 4)**. Le **chapitre 5** sera consacré aux résultats de la cartographie de l'occupation du sol aux échelles régionales et locales. Pour clore cette partie 2, le **chapitre 6** présentera les résultats des analyses diachroniques, permettant ainsi de mettre en exergue les grandes tendances qui caractérisent la dynamique de l'occupation du sol et des ressources dans chacune de nos trois micro-régions d'étude.

Chapitre 4

La télédétection est *« une discipline scientifique qui regroupe l'ensemble des connaissances et des techniques utilisées pour l'observation, l'analyse, l'interprétation et la gestion de l'environnement à l'aide de plates-formes aéroportées, spatiales, terrestres ou maritime »* (Bonn & Rochon, 1993). Elle permet une perception de l'évolution des phénomènes de surface résultant soit de la dynamique des milieux naturels soit des transformations dues à l'action des sociétés humaines (Bardinet, 1981).

Sans contact matériel direct avec le sol, la télédétection consiste en des mesures effectuées à distance pour déterminer et identifier, à travers leurs propriétés physiques, les objets ou les phénomènes qui occupent l'espace. Le rayonnement électromagnétique émis par le soleil est en partie réfléchi par la surface de la Terre. La portion réfléchie de ce rayonnement et l'émission de rayonnement de la surface terrestre sont captées et enregistrées par les capteurs (radiomètres) des instruments de télédétection passive embarqués à bord des satellites. Chaque objet qui recouvre la surface de la terre réagit à la lumière en fonction de ses caractéristiques biophysiques. Cette réaction face à la lumière est appréhendée à travers une signature spectrale qui peut être considérée comme l'empreinte spécifique caractérisant chaque objet. Ainsi, le sol nu et la végétation ont chacun leur signature spectrale **(Figure n°4.1).**

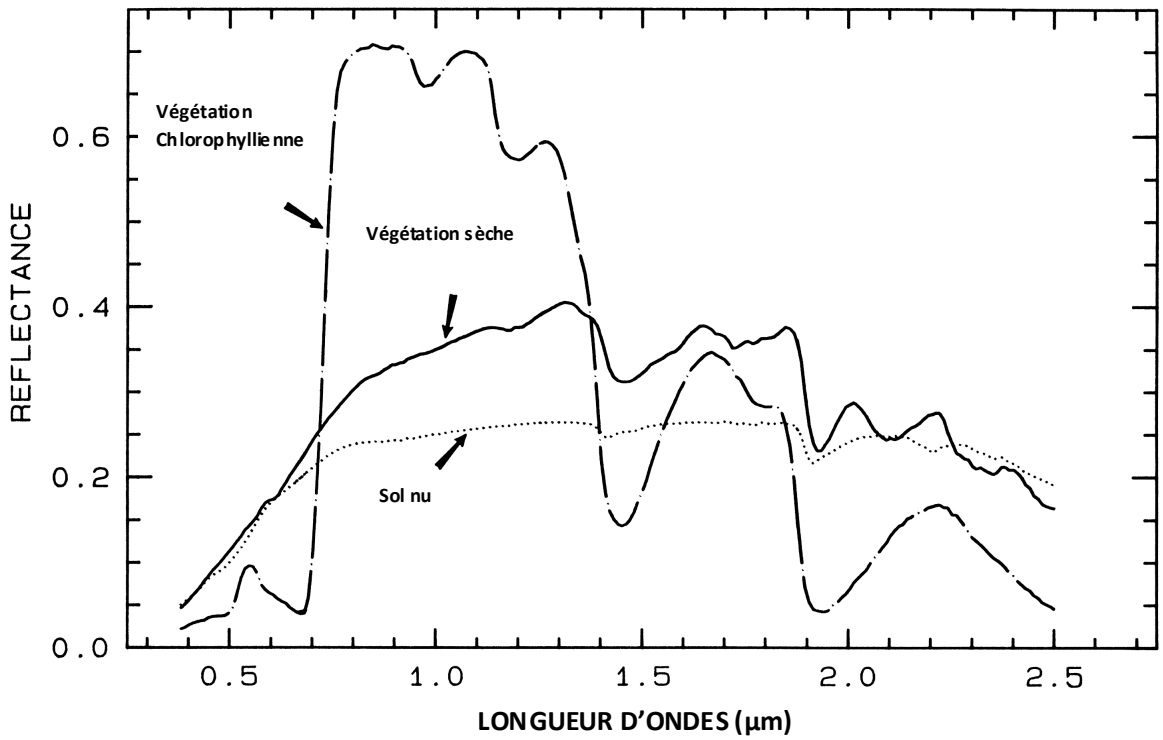


Figure n°4. 1: Signatures spectrales de la végétation et du sol nu (d'après : http://speclab.cr.usgs.gov/)

Par exemple, dans le visible *(entre 0,4 et 0,7 µm),* gamme de longueur d'onde correspondant à la vue humaine, la végétation présente une faible réflectance dans le domaine du bleu, une légère remontée dans le vert et une chute dans le rouge. Mais c'est surtout dans le domaine du proche infrarouge (entre 0,75 et 1,5 *µm)* que la végétation a une forte réflectance. Ainsi, la combinaison des bandes du visible et du proche infrarouge permettent-elles à l'utilisateur des images statellitales multispectrales d'opérer une bonne discrimination entre les surfaces couvertes de végétation et les autres types de surface (Caloz & Collet, 2001).

À noter que, en fonction de la nature des végétaux, de leur état de santé et de leur structure, le profil spectral peut varier de façon significative. Pour les autres types de surfaces présents dans les zones d'étude, les sols nus sont eux caractérisés par une forte réflectance dans les domaines du visible, moyenne pour le proche infrarouge et forte pour le moyen infrarouge à ondes courtes. Quant aux surfaces en eau, elles sont caractérisées, selon la profondeur et la turbidité, par une diminution rapide de la réflectance depuis le bleu jusqu'au rouge pour atteindre une réfléctance très faible dans le proche infrarouge.

Il pourrait sembler en première analyse que l'utilisation des images multispectrales enregistrées dans les domaines du visible du proche et du moyen infra-rouge permettrait d'aboutir aisément à une cartographie de l'occupation du sol dans la zone étudiée. Cependant, la reconnaissance des états de surfaces présents dans les micro-régions à partir des différentes signatures spectrales déduites de l'analyse des images s'est avérée particulièrement ardue. L'une des raisons de cette difficulté est que les contrastes radiométriques entre les états de surface présents en zone sahélienne ne sont pas très marqués. En effet, en milieu sahélien comme dans d'autres milieux semi-arides, le couvert végétal, souvent constitué de formations de steppe ou de savane ouverte, est discontinu. Cette discontinuité a comme conséquence qu'au sein de pixels de plus de dix mètres de côté, comme c'est le cas pour les images Landsat, même en présence de formations comprenant des ligneux, la réponse spectrale du sol nu influence la valeur radiométrique résultante et réduit de ce fait les contrastes radiométriques permettant habituellement de détecter de façon plus facile les surfaces végétalisées (Escadafal & Huete, 1991 ; Escadafal, 2007). Dans ce contexte, une analyse détaillée des signatures spectrales s'impose afin d'établir des cartes d'occupation du sol où le couvert végétal soit représenté de façon le plus précise possible. Une autre incertitude concerne la reconnaissance de différents types de végétation, sachant que tous les stades intermédiaires se rencontrent sur le terrain entre les formations où le couvert ligneux est dense et celles où il est clairsemé. Pour atteindre nos objectifs, une réflexion sur les critères de choix des données **(4.1**) et les méthodes d'analyse **(4.2)** est indispensable.

4.1 Les données utilisées

Dans cette sous-partie, nous allons exposer les données choisies pour analyser les images satellites couvrant les trois micro-régions d'étude. Le choix de ces données tient compte d'un certain nombre de contraintes parmi lesquelles la qualité des images aux différentes dates et leur comparabilité. Pour alimenter une étude diachronique telle que nous l'avons envisagée au début de cette thèse, la série temporelle des images doit couvrir les périodes de sécheresses des années 1970, et les pas de temps doivent nous permettre de reconstituer les grandes tendances de l'évolution de l'occupation du sol au Sahel des années 1970 à nos jours. C'est ainsi que nous avons opté pour l'utilisation des images produites par les satellites Landsat. A l'origine appelé *Earth Resources Technological Satellite* « ERTS », Landsat est le fruit d'un vaste programme d'observation de la terre initié par la NASA (*National Aeronotics and Space Administration*) en 1972. Depuis cette date, plusieurs satellites Landsat ont été lancés.

Nous avons sélectionné les scènes Landsat accessibles en ligne grâce au site internet suivant : www.usgs.glovis.gov/www.earthexplorer.usgs.gov[24]. Ces images, par leur gratuité, leur qualité de prétraitement, leur couverture tant spatiale que temporelle, leur disponibilité ont été privilégiées dans le cadre de ce travail. En effet, nous avons fait le choix des produits Landsat « Level 1T » qui sont corrigés sur le plan radiométrique et géométrique grâce à des points de contrôle au sol et un modèle numérique de terrain (MNT). Toutes les images analysées dans ce travail ont été projetées en World Geodetic System « WGS 84 ».

Notre travail de cartographie s'articule autour de deux échelles : l'une régionale et l'autre locale. Dans cette approche multiscalaire, il était important d'avoir accès à des images ayant une résolution spatiale ni trop grande ni trop petite, et une couverture au sol permettant d'établir une cartographie des ensembles micro-régionaux et locaux. Les images Landsat couvrant des scènes de 185 km de côté, dont la résolution spatiale est de 30 m se prêtaient bien à cet objectif. Par ailleurs, la volonté de retracer l'occupation du sol depuis les années 1970 a quelque peu imposé les choix, puisque seules les images Landsat MSS ont été prises durant cette période. Cela justifie le grand intérêt porté à ces images pour mener des études rétrospectives. Les données utilisées proviennent donc des capteurs *Multi Spectral Scanner* (MSS), *Thematic Mapper* (TM) et ETM+ du satellite Landsat **(Tableau n°4.1).**

[23] USGS : United States Geological, est une organisation scientifique américaine, qui a pour but d'informer et de produire des données à références spatiales sur le suivi et l'évolution des écosystèmes, sur les ressources et les risques naturelles. www.usgs.glovis.gov/www.earthexplorer.usgs.gov.

[24] USGS : United States Geological, est une organisation scientifique américaine, qui a pour but d'informer et de produire des données à références spatiales sur le suivi et l'évolution des écosystèmes, sur les ressources et les risques naturelles. www.usgs.glovis.gov/www.earthexplorer.usgs.gov.

Tableau n°4. 1: Caractéristiques spectrales des capteurs Landsat MSS et TM.

Capteur MSS1

Bandes spectrales	Domaine	Longueur d'onde (nm)
MSS4	Vert	500-600
MSS5	Rouge	600-700
MSS6	Proche Infrarouge	700-800
MSS7	Proche Infrarouge	800-1100

Capteur TM

Bandes spectrales	Domaine	Longueur d'onde (nm)
TM1	Bleu	450-515
TM2	Vert	525-605
TM3	Rouge	630-690
TM4	Proche Infrarouge	750-900
TM5	Infrarouge à ondes courtes	900-1750
TM6	Infrarouge thermique	10 400-12 500
TM7	Infrarouge moyen	2090-2350

Ces capteurs effectuent respectivement des mesures dans 4 et 7 bandes spectrales. Pour la première génération de Landsat (MSS), la résolution spatiale est de 79 m sur 57 m, reéchantillonnée à 57 m. Les images issues du capteur TM ont une résolution de 30 m. Pour le choix des images, plusieurs éléments ont été pris en compte, notamment la date de prise de vue, la saison de prise de vue, le niveau de prétraitement. Concernant les années des prises de vue, nous avons sélectionné les images couvrant les périodes de sécheresse des années 1970, puis les images couvrant la fin de années 1990 et enfin les images couvrant les années 2010[25]. Ces dates nous permettent de reconstituer et de comparer les principales catégories de l'occupation du sol sur plusieurs décennies. Dans une région où l'alternance des saisons (saison des pluies et saison sèche) est très fortement marquée, la période de prise de vue des images devient un paramètre important dans les critères de choix. Tenant compte de cela, nous avons fait le choix des images de fin de saison de pluie ou de début de saison sèche **(Tableau n°4.2).** Plusieurs raisons justifient ce choix :

- le début de la saison sèche est marqué par une faible couverture nuageuse et de faibles perturbations atmosphériques.

- L'analyse des images acquises pendant ces périodes permet de distinguer la végétation naturelle (ligneuse et herbacée) de celle cultivée, car, au Sahel, les champs sont récoltés en début de saison sèche (octobre, novembre, décembre).

[25] Depuis avril 2013, les images de Landsat 8 OLI (Operational Land Imager), sont disponibles. Nous projetons d'utiliser ces nouvelles images dans le prolongement des analyses qui ont été faites sur nos micro-régions. Ce travail sera l'objet d'un article en préparation.

A cette période, la signature spectrale des champs s'apparente à celle des sols nus et contraste donc avec celle de la végétation naturelle.

- Par ailleurs, dans le cadre des analyses diachroniques, il est préférable d'utiliser des images acquises à la même période de l'année (Chavez & Mackinnon, 1994 ; Mas, 2000).

Tableau n°4. 2: Images satellites étudiées

Scènes	Année 1973	Années 1999, 2000, 2001	Année 2010
Ferlo-Lac de Guiers	25/09/1973	04/11/1999	26/11/2010
Ferlo-Centre Ferlo	24/09/1973	13/11/1999	19/11/2010
Ferlo-Matam	23/09/1973	21/10/1999	28/11/2010
Gourma-Hombori nord	21/10/1973	29/10/1999	04/11/2010
Gourma-Hombori sud	21/10/1973	29/10/1999	04/11/2010
Fakara-Dantiandou nord	30/09/1973	27/09/2001	01/12/2010
Fakara-Dantiandou centre	30/09/1973	24/09/2000	01/12/2010
Fakara-Dantiandou sud	30/09/1973	11/09/2001	08/12/2010

Une fois acquise la totalité des images, suivant les critères évoqués précédemment, l'étape suivante implique une réflexion sur la nomenclature des types d'occupation du sol à cartographier et la méthode d'analyse adaptée à cette cartographie.

4.2 Méthode d'analyse des images satellites

Le fil conducteur qui guidera notre travail de cartographie est l'élaboration d'une nomenclature applicable indifféremment aux trois micro-régions et à tous les types d'images choisis, ce qui sera perdu en finesse dans la distinction de nombreux types d'occupation du sol étant compensé par la rigueur qui pourra être apportée à l'analyse spatio-temporelle **(4.2.1).** Il s'agit d'une étape préalable à la méthodologie de traitement et d'analyse de nos images satellites **(4.2.2).** Cette section est ainsi consacrée à une réflexion sur la catégorisation de l'occupation du sol dans nos micro-régions ainsi que sur les moyens à mettre en place pour les cartographier.

4.2.1 Objectifs et nomenclature des types d'occupation du sol

Nous nous sommes fixés comme objectifs de cartographier l'occupation du sol *(Landcover)* en mettant l'accent sur la végétation. Au Sahel, le couvert végétal se caractérise par une forte variabilité spatio-temporelle. Afin de mieux appréhender sa répartition entre les échelles micro-régionales et locales, nous avons cherché à inventorier les formations végétales dominantes. Dans ce but, nous avons construit une typologie prenant en compte les types des substrats d'une part et le degré d'ouverture de la végétation d'autre part. La typologie des substrats se base essentiellement sur la couleur des sols. Nous avons opté

pour une simple distinction entre les sols clairs et les sols sombres dans la mesure où elle se traduit aisément par des réponses spectrales différentes dans les bandes visibles et de ce fait pourra s'appliquer à nos trois micro-régions[26]. La prise en compte de la couleur du sol se justifie par l'intérêt qu'elle apporte dans la compréhension des modalités spatiales de distribution de la ressource végétale. Etant donné que la répartition de la végétation dépend aussi de la nature des sols, la distinction entre les sols nus clairs et les sols nus sombres apporte une touche de précision supplémentaire dans la cartographie de l'occupation du sol. Pour ce qui concerne le degré d'ouverture de la végétation, nous avons établi une distinction là aussi simple entre végétation ouverte et végétation fermée. La végétation ouverte correspond à une formation végétale avec un faible taux de recouvrement (estimé de 30 à 60 %) tandis que la végétation fermée présente un taux de recouvrement élevé (estimé à 60 % et plus).

Suivant ces deux critères, nous avons établi une nomenclature des différents états de surface à cartographier. Cette nomenclature se devait d'être la plus simple possible et extrapolable aux trois micro-régions d'étude, tout en restant la plus correcte et la plus réaliste possible. Notons qu'il s'agit là d'un exercice de généralisation qui est loin d'être aisé dans nos trois micro-régions d'étude. En effet, on observe une certaine hétérogénéité des états de surface à l'échelle locale laquelle est difficilement généralisable à l'échelle micro-régionale et qui plus est à celle régionale. Cette hétérogénéité est le reflet de l'influence de l'homme sur le milieu. Ainsi, les pratiques agricoles relativement intensives dans le Fakara du Niger, ou encore les feux de brousse récurrents dans le Ferlo constituent autant de facteurs qui induisent d'importantes dynamiques dans l'occupation du sol à l'échelle locale. Dans une perspective de comparaison entre les régions, nous n'excluons pas ces spécificités locales dans la catégorisation de l'occupation du sol. Ainsi, La nomenclature que nous avons retenue pour décrire les différentes catégories d'occupation du sol est la suivante:

Pour les formations végétales : (Figure n°4.2, n°4.3, n°4.4, n°4.5, n°4.6)

- Végétation ouverte sur sols nus sombres, (taux de recouvrement de 30 à 60%)
- Végétation ouverte sur sols nus clairs,
- Végétation fermée (taux de recouvrement supérieur à 60%)
- Végétation des zones humides (bas-fonds).

[26] La composition chimique ou encore de la teneur en eau des sols sont des aspects que nous n'avons pas pris en compte dans cette catégorisation car difficilement régionalisables.

Figure n°4. 2: Végétation de zones humides (bas-fonds), à Hombori (Gourma, Mali).
Au premier plan on observe une végétation à tapis herbacé fermé et couvert ligneux pérenne, relativement dense. En arrière-plan on distingue le Hombori Tondo. (Source : O. Marega, Décembre 2009).

Figure n°4. 3: Végétation de zones humides avec un tapis herbacé très dense à Fabidji (Fakara Niger). *La zone de pâturage est fréquentée par les troupeaux de bovins (ici au second plan). (Source : J-L .San Emeterio, novembre 2009).*

Figure n°4. 4: Végétation fermée à Keur Sandao à proximité de la forêt classée de Kaffrine (sud du Ferlo, Sénégal). *Le couvert arbustif est dominé par Guiera senegalensis et Combretum glutinosum. Les graminées annuelles sont représentées par Schizachyrium exile (ou gnangue en Wolof). (Source : A. Fall, novembre 2012).*

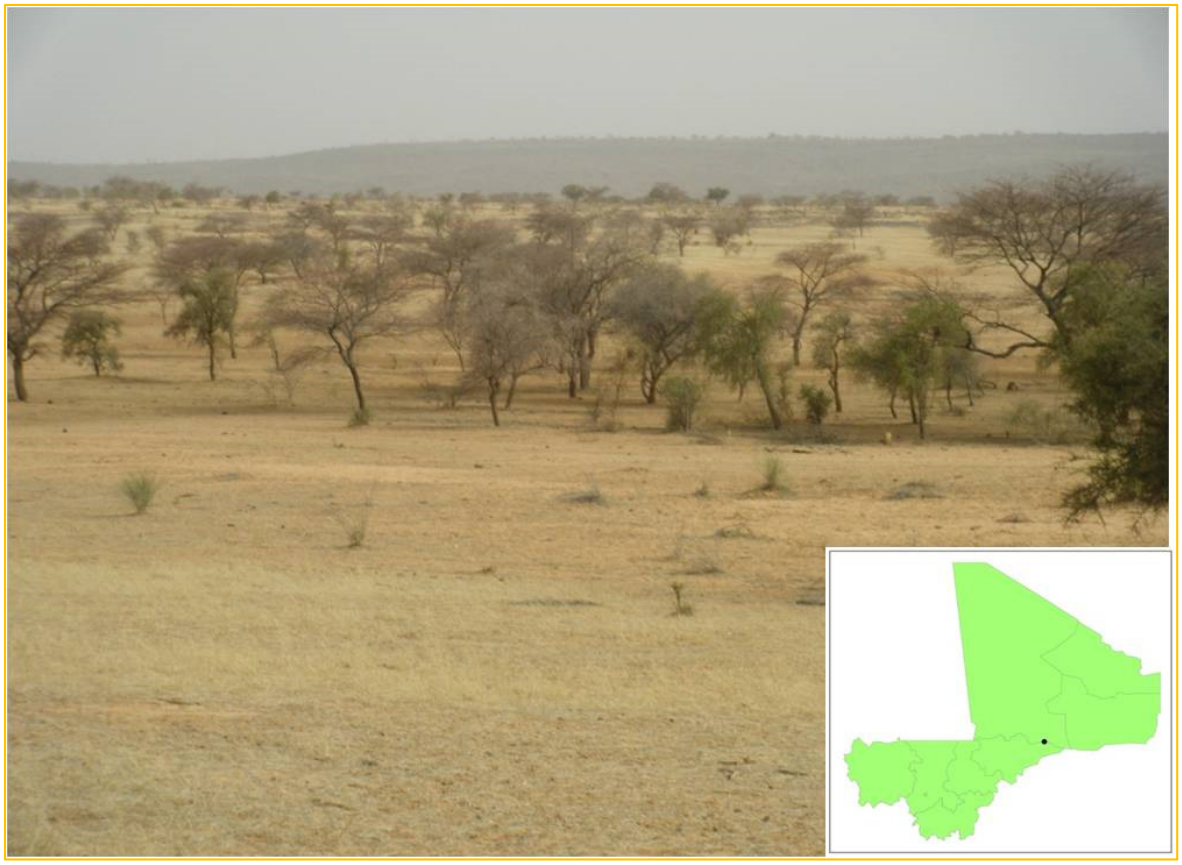


Figure n°4. 5: Végétation ouverte sur sols clairs, Hombori (Gourma, Mali). *Au premier plan on devine un tapis herbacé dégradé à dominante de Cenchrus biflorus (« cram-cram »). Au second plan on distingue clairement un couvert arboré épars dominé par des acacias. (Source : O. Marega, Décembre 2009).*

Figure n°4. 6: Paysage de végétation ouverte sur sols sombres, dominé par Guiera senegalensis et Cassia occidentalis à Keur Médina Fallou dans le Bassin arachidier (région de Kaolack-Sénégal). (Source : A. Fall, novembre 2012).

Pour les sols nus: (Figure n°4.7, n°4.8, n°4.9)

- Sols nus clairs (sable),
- Sols nus sombres (plate-forme rocheuse, latérite),
  Sols nus de couleur intermédiaire (argilo-sableux)

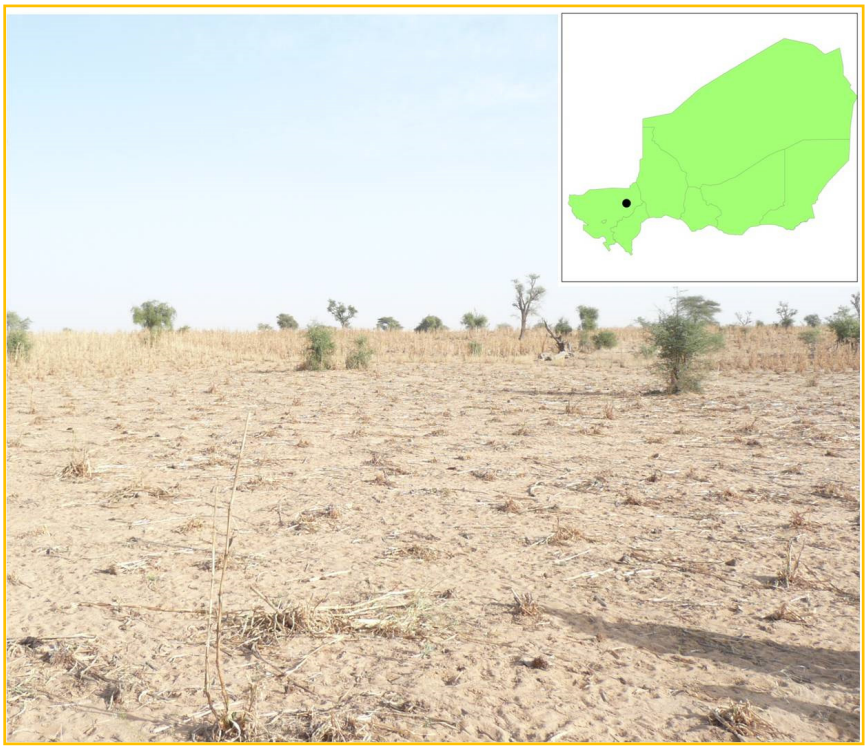


Figure n°4. 7: Sols nus clairs autour du village de Jankouka (Fakara Niger). *On aperçoit quelques rares arbustes qui jalonnent le paysage et quelques résidus de mil en arrière-plan, signe d'une activité agricole récente. (Source : J-L. San Emeterio, novembre 2009).*

Figure n°4. 8: Sol nu sombre. *Ici on observe des cuirasses latéritiques sombres au premier plan et barres rocheuses sombres en arrière-plan Hombori, (Gourma-Mali). (Source : O.Marega, Décembre 2009).*

Figure n°4. 9: Bas-fonds argilo-sableux, Hombori (Gourma, Mali). *Au premier plan, on observe un sol nu marqué par le piétinement intense des troupeaux au bord d'une mare temporaire en voie d'assèchement; en arrière-plan on aperçoit le mont Hombori (Source : O.Marega, Décembre 2009).*

Les autres types d'occupation du sol sont : (Figure n°4.10, n°4.11, n°4.12)

- Surfaces en eau,
- Traces de feux de brousse.

Figure n°4. 10: Eaux : Mare permanente de Gossi (Gourma, Mali). *Au premier plan on peut voir des éleveurs traversant la mare de Gossi en direction du marché à bétail. (Source : O. Marega, Décembre, 2009).*

Figure n°4. 11: Eaux : Le fleuve Sénégal à Matam (Ferlo, Sénégal). *A l'arrière-plan on aperçoit les rives mauritaniennes et les pirogues qui assurent la traversée. (Source : Marega et Fall, 2010)*

Figure n°4. 12: Traces de feux de brousse entre Téssékré et le campement de Ouro Samba (Ferlo, Sénégal). *(Source : Marega, Novembre 2010).*

Sur certaines des images, les nuages ainsi que leurs ombres ont été extraits sous formes de classes et ce afin d'éviter des confusions lors de la classification multi spectrale. La cartographie des types d'occupation du sol sur la base de la nomenclature décrite précédemment devra ainsi permettre une caractérisation des changements intervenus dans l'occupation du sol depuis les années 1970. Pour atteindre ce but, l'élaboration d'une méthode d'analyse adaptée à nos micro-régions est indispensable. Nous avons privilégié ici l'articulation entre une approche analogique basée sur la photo-interprétation des compositions colorées et la mise en œuvre de la classification multi-spectrale non dirigée.

4.2.2 Choix de la méthode

Cartographier l'occupation du sol par télédétection implique le choix d'une procédure de traitement. La méthode choisie doit répondre aux objectifs de départ et aux caractéristiques du milieu étudié. Classiquement, les deux grandes méthodes utilisées en télédétection sont les classifications dirigées et les classifications non dirigées.

La méthode de classification dirigée peut être intéressante à condition d'avoir un nombre important de zones d'entrainement suffisamment représentatives de la zone d'étude (Muchoney & Haack, 1994 ; Mas, 2000). Parmi les limites de cette méthode, on souligne la sensibilité de l'algorithme « maximum de vraisemblance » au nombre de bandes utilisées lors de la classification (Landgrebe, 1978 ; Kenk *et al*., 1988 ; Peddle, 1993). Les auteurs notent la baisse de la qualité des classifications lorsque le nombre de bandes utilisées dépasse 4 notamment pour les capteurs Landsat TM. Dans leurs études portant respectivement sur l'occupation du sol dans les régions du Gourma malien et du Fakara nigérien, Cheula (2009) et Souley Yéro (2013) ont fait appel à cette méthode de classification dirigée. D'autres études récentes (Djèye *et al*., 2013 ; Soro *et al*., 2014) ont utilisé la même approche. L'ensemble de ces auteurs s'accorde sur la nécessité dans une telle démarche d'avoir une très bonne connaissance du terrain (Frazer *et al*., 2005 ; Andrieu, 2008 ; Djèye *et al*., 2013 ; CCT, 2014).

Pour différentes raisons, nous n'avons pas opté pour cette méthode. Tout d'abord, il s'agit d'une méthode très exigeante en données de terrain fiables et adaptée à des milieux physiques très contrastés. Or les contrastes dans le milieu sahélien ne sont pas très marqués quelle que soit l'échelle d'observation, il est malaisé d'établir des limites claires entre des unités de paysages qui seraient « homogènes ». Or homogénéité intra-paysagère et contraste entre unités de paysage sont des conditions préalables pour obtenir une cartographie de qualité au moyen d'une classification dirigée. Deuxièmement, le caractère rigide de cette classification[27] ne facilite pas sa généralisation à d'autres régions. Notre étude vise une régionalisation donc la méthode choisie doit s'inscrire dans cette perspective. Enfin, nous ne disposons pas de données fiables issue d'une campagne de réalité-terrain, données indispensables pour réaliser des études diachroniques entre les années 1970 et la période actuelle au moyen de cette méthode.

Pour l'ensemble de ces raisons, nous avons opté pour la méthode de classification non dirigée (Weismiller *et al.*, 1977 ; El Raey *et al.*, 1995) couplée à l'interprétation des compositions colorées. Cette méthode a été jugée efficace dans l'étude des écosystèmes sahéliens par télédétection (Thiam, 1997). La classification non supervisée permet un regroupement automatique des pixels d'une image sur la base des paramètres statistiques

[27] Cette classification requiert la construction préalable d'une série de zones témoins représentatives de chacune des classes à cartographier

des classes radiométriques. Cette méthode ne nécessite pas de zones d'entrainements contrairement à la méthode dirigée (Bonn et Rochon 1993, Sarr, 2009). Sarr (2009) et Fall (2014) ont appliqué cette méthode dans le Ferlo pour cartographier l'occupation du sol. Sawadogo, (2011), Touré *et al. (*2010) ont, eux, respectivement cartographié les unités pastorales de la périphérie de la réserve de biosphère du W au Burkina Faso et du Ferlo par l'interprétation analogique des images satellite.
La grande souplesse et la reproductibilité de la méthode (Thiam, 1997, Ackermann *et al.*, 2006, Andrieu, 2008, Caroline, 2010) ont été les critères décisifs dans le choix de cette méthode.

4.3 Description et application de la méthode de traitement : exemple détaillé de la scène du 11/09/2001, Fakara nigérien

Dans cette troisième section du chapitre 4, nous allons exposer, à travers un exemple détaillé, l'ensemble des techniques ainsi que les étapes de traitement de nos images satellite appliquées à une scène Landsat sur le Fakara nigérien. Après avoir décrit la méthode d'interprétation des compositions colorées utilisée **(4.3.1**), nous détaillerons le principe et les résultats des étapes de la chaine de traitement des images que nous mis en place **(4.3.2).**

4.3.1 Méthode analogique : interprétation des compositions colorées

L'approche analogique s'apparente à la photo-interprétation. Elle est basée sur l'interprétation visuelle des compositions colorées (Sader et Winne, 1992 ; Mas, 2000). Cette méthode a pour objectif d'établir une typologie des unités paysagères et d'établir des limites entre ces unités (Thiam, 2007). Par le biais de la synthèse additive des couleurs primaires, la composition colorée permet d'accéder simultanément aux informations contenues dans les images prises dans trois longueurs d'ondes différentes. Grâce aux couleurs résultant de la synthèse, elle offre à l'utilisateur la possibilité d'une première interprétation visuelle des états de surface présents dans la scène.

Dans cette étude, différentes compositions colorées suivant le codage RVB *(Rouge Vert Bleu,)* ont été élaborées à partir des canaux Landsat TM par affectation des couleurs aux images des trois bandes spectrales obéissant à la règle suivante :

> le Proche infra-rouge en rouge, la bande visible « rouge » en vert et la bande visible « vert » en bleu : Ce qui donne pour les images Landsat TM : TM4 en rouge, TM3 en vert, TM2 en bleu. Et pour les images Landsat MSS, MSS7 en rouge, MSS5 en vert, MSS4 en bleu.

Par exemple à partir de la scène du 11 septembre 2001, couvrant une partie du Fakara nigérien, l'interprétation visuelle de la composition colorée RGB 4-3-2 **(Figure n°4.13)** permet de reconnaître les thèmes suivants :

- La végétation est reconnaissable par la teinte rouge foncé sur la composition colorée. Cette teinte témoigne de la présence d'activité chlorophyllienne. Le rouge vif s'interprète comme correspondant à la présence d'un couvert végétal dense à forte activité chlorophyllienne. Les tonalités de rouge plus sombre tendant vers le marron peuvent être interprétées comme témoignant de la présence de formations végétales ouverte sur sol sombre alors que le rose signale les formations végétales ouvertes sur des sols clairs.
- Les sols nus, deuxième type d'occupation du sol, apparaissent dans les couleurs très claires proches du blanc sur la composition colorée. Ayant une forte réflectance dans les trois bandes spectrales utilisées, cette unité paysagère est dominée par des états de surface comme le sable clair.
- Les surfaces qui sont présentes dans les teintes claires s'interprètent également comme des surfaces sableuses moins vives par rapport à celles qui figurent en blanc.
- Des sols nus sombres apparaissent dans les teintes grisées et verdâtres. Il peut s'agir d'affleurements rocheux ou de surfaces latéritiques. Ces surfaces de sol nu se distinguent clairement du sable vif car leur réflectance dans les bandes spectrales du visible est nettement moins importante.
- Les surfaces en eau apparaissent en bleu sur la composition colorée. Par ailleurs, les zones humides, caractérisées par une forte absorption de l'énergie lumineuse, se reconnaissent à leur teinte gris sombre voire noire par endroits.

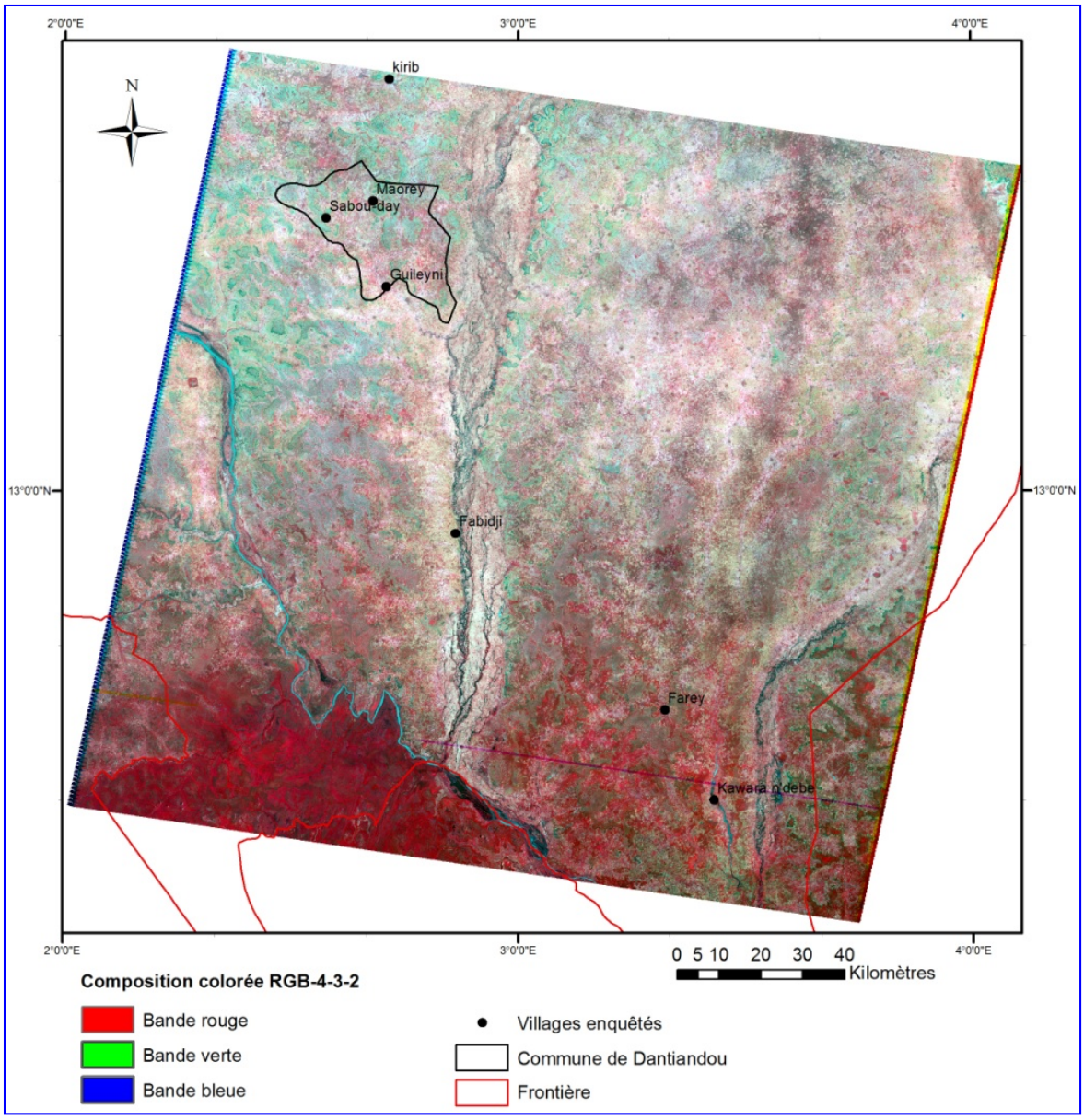


Figure n°4. 13: Création d'une composition colorée RGB-4-3-2.

Photo-identification et photo-interprétation en vue de déterminer les thèmes principaux de l'occupation du sol, (Fakara, Niger, 2001).

Ainsi, à travers la photo-interprétation des compositions colorées, nous observons les principaux thèmes de l'occupation du sol dans les différentes régions. Cette étape préalable à l'analyse numérique a cependant une limite. Elle ne permet pas de produire une cartographie précise des principaux thèmes de l'occupation du sol. Elle doit donc être suivie par une analyse numérique de la scène seule à même fournir la possibilité d'une spatialisation et d'une quantification précise des types d'occupation du sol.

4.3.2 Classification non dirigée basée sur l'algorithme des Nuées Dynamiques

En télédétection, faire une classification multispectrale consiste à regrouper les pixels en classes homogènes en fonction de leurs caractéristiques spectrales et donc de leurs valeurs radiométriques[28]. Notre stratégie a consisté à produire lors de la première étape un grand nombre de classes radiométriques. Ces classes obtenues et analysées seront ensuite réaffectées par regroupement pour mettre en évidence une première carte des principaux thèmes de l'occupation du sol. Le regroupement des classes obtenues à la première étape se fera après avoir analysé les moyennes radiométriques classe par classe et canal par canal. Seule l'analyse des signatures spectrales des classes radiométriques permet de produire une interprétation thématique rigoureuse des résultats de la classification. C'est dans cette perspective que nous avons réalisé une première classification à seize classes **(Figure n°4.14)**.

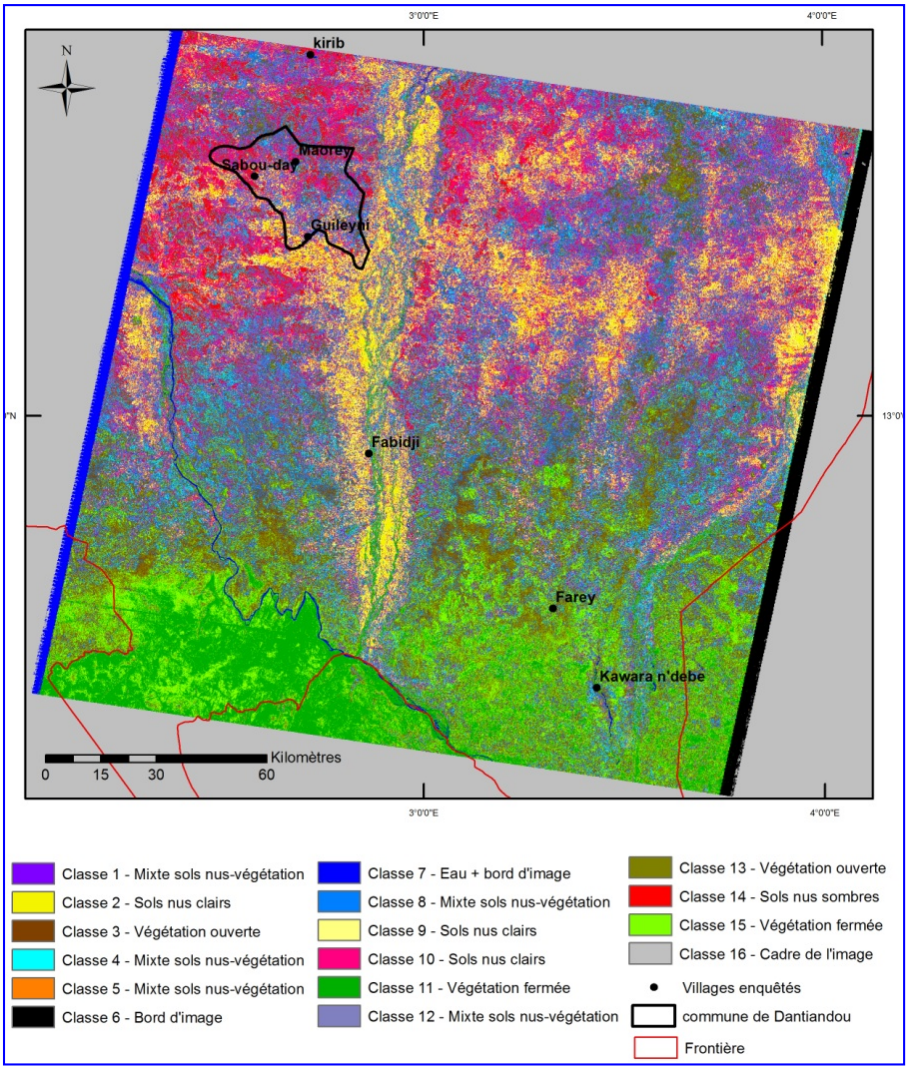


Figure n°4. 14: Classification non dirigée en 16 classes, méthode K-means, (Fakara, Niger, 2001).

[28] La méthode K-means (Nuées dynamiques) peut aussi être utilisée pour réaliser une classification par objet, ceux-ci correspondant à des regroupements de pixels. Dans ce cas, d'autres variables que les seules grandeurs radiométriques, telles que les indices texturaux, peuvent servir d'entrée à la classification.

Sur la base des statistiques radiométriques, notamment par l'analyse des moyennes radiométriques des classes **(Figure n°4.15),** nous avons mis en évidence les éléments suivants :

- Les **classes 11 et 15,** caractérisées par un important pic de luminance dans le PIR (TM4), correspondent à des surfaces couvertes de végétation dense et saine.

- Les classes **13 et 3** présentent également un pic en TM4 lequel s'accompagne contrairement aux classes 11 et 15, de valeurs non négligeables de luminance dans les canaux visibles ainsi que dans les autres canaux du domaine infra-rouge (TM5 et TM7). Ces profils radiométriques, intégrant partiellement des caractéristiques spectrales d'un sol nu, semblent correspondre à une végétation plus ouverte que le précédent groupe de classes associé à une présence de végétation

- Les **classes 2, 9 et 10** se distinguent par un double pic en TM3 et TM5 avec de fortes valeurs de luminance dans toutes les bandes spectrales. Ce profil radiométrique est typique des sols nus très réfléchissants

- Les **classes 1, 4, 5, 8 et 12** présentent toutes un léger pic en TM4, témoin de la présence de végétation. Cependant, les valeurs radiométriques des classes restent élevées à la fois dans le visible et dans le reste du domaine infra-rouge (TM5 et TM7). Ces profils radiométriques pourraient être ceux de surfaces de sols nus partiellement couverts de végétation.

- La **classe 14** présente un double pic en TM3 et TM5, ce qui semble être un profil de sol nu. Avec une faible variation, ces pics sont moins fortement marqués. Cela semble correspondre à un sol nu sombre.

- La **classe 6** correspond à un artefact lié à la trace de la scène où les valeurs des pixels varient de façon anormalement abrupte.

- La **classe 7** correspond à la réponse de l'eau avec un profil décroissant du visible à l'infrarouge. Cependant, on peut remarquer qu'elle intègre un artefact (bordure d'image) qui affecte son profil.

- La classe 16 correspond aux bords de l'image

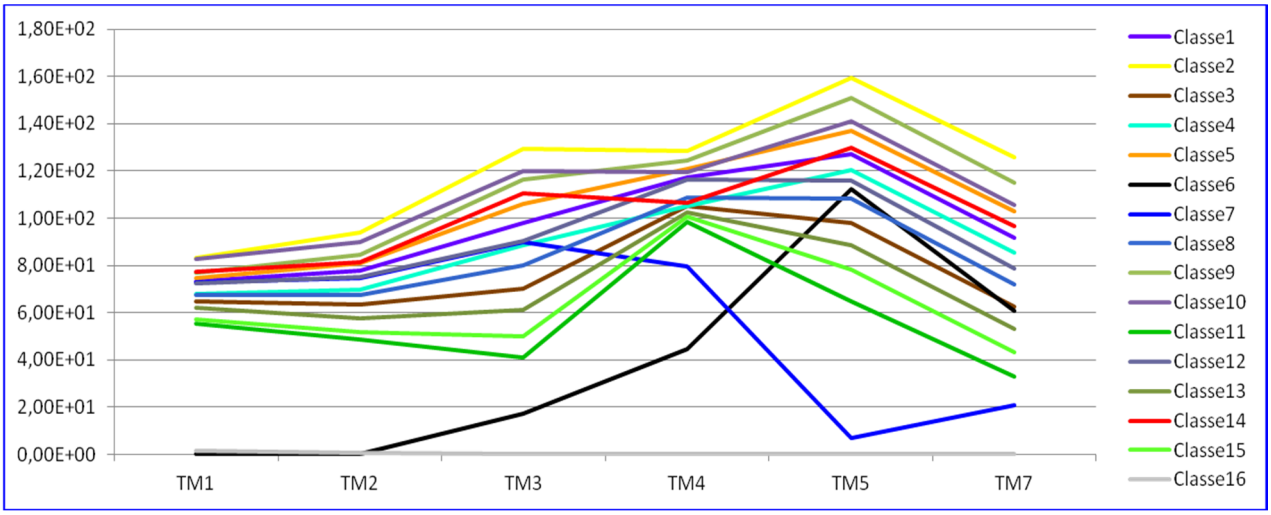


Figure n°4. 15: Analyse et interprétation des profils radiométriques pour les 16 classes.

Après avoir réalisé ces premières analyses, nous avons procédé à un regroupement[29] des seize classes en six thèmes d'occupation du sol **(Figure n°4.16)**. Ces six thèmes correspondent aux principaux états de surfaces tels qu'ils avaient été identifiés par photo-interprétation des compositions colorées, à savoir : végétation fermée, végétation ouverte, sols nus clairs, sols nus sombres, l'eau (associée à un artefact) et enfin une classe intégrant sol nu et végétation[30].

A l'issue de ce regroupement, nous avons extrait les statistiques radiométriques des six nouvelles classes **(Figure n°4.17).**

[29] Ce procédé de regroupement permet de fusionner les classes qui sont radiométriquement similaires. Celles qui ont été nettement identifiées comme étant homogènes sont séparées de celles qui présentent un caractère hétérogène.

[30] Les autres artefacts liés à la trace de la scène tels que les bordures ou les cadre de l'image ont été codés en zéro afin de les exclure de nos différentes classifications

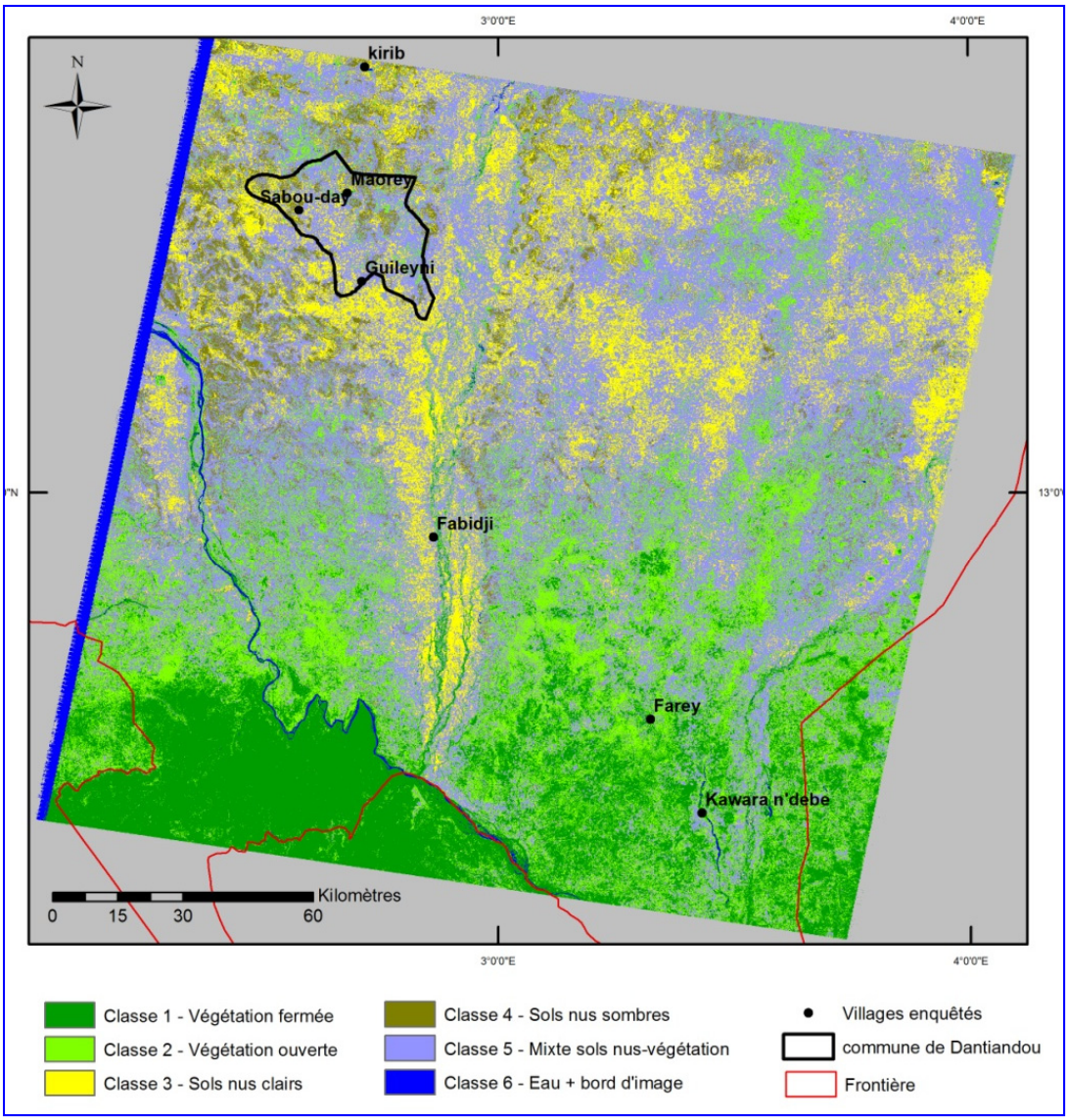


Figure n°4. 16: Regroupement des 16 classes en 6 types d'occupation du sol

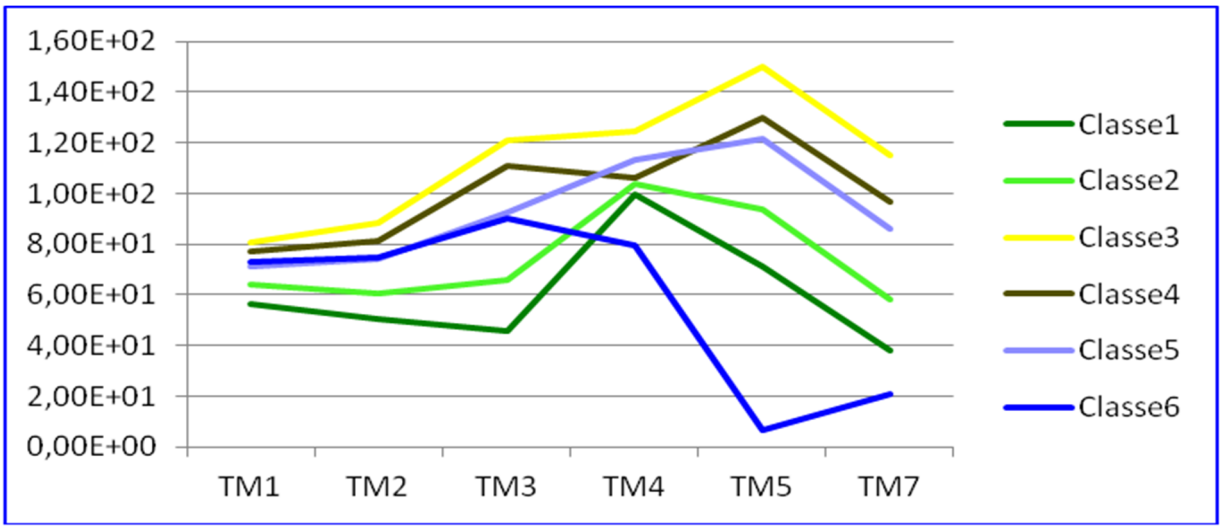


Figure n°4. 17: Analyse et interprétation des profils radiométriques pour les 6 classes.

L’étape suivante consiste à préparer une classification emboîtée par la création de six masques **(Figure n°4.18, n°4.19, n°4.20, n°4.21, n°4.22, n°4.23)** correspondant chacun une image binaire des six classes obtenues précédemment. Cette phase vise à vérifier et valider les classes obtenues par regroupement.

Création de 6 masques pour les types d'occupation du sol qui ont été retenus

Figure n°4.18: Masque végétation fermée

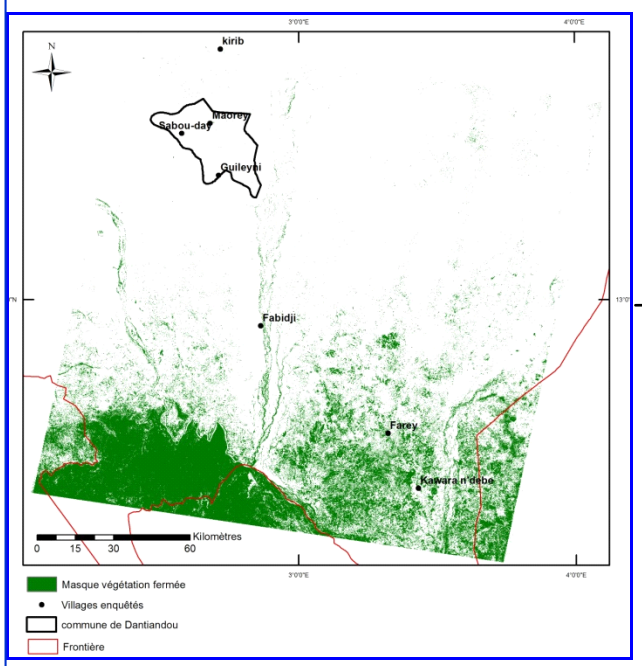


Figure n°4.19: Masque végétation ouverte

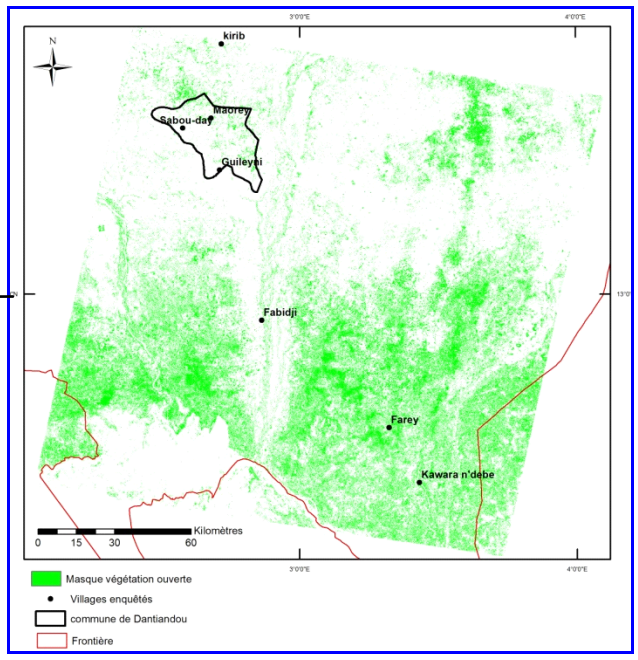


Figure n°4.20: Masque sols nus clairs

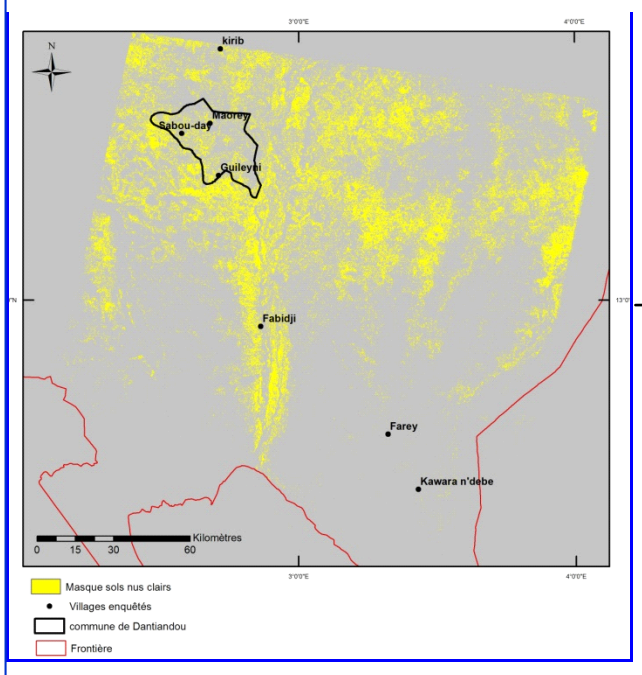


Figure n°4.21: Masque sols nus sombres

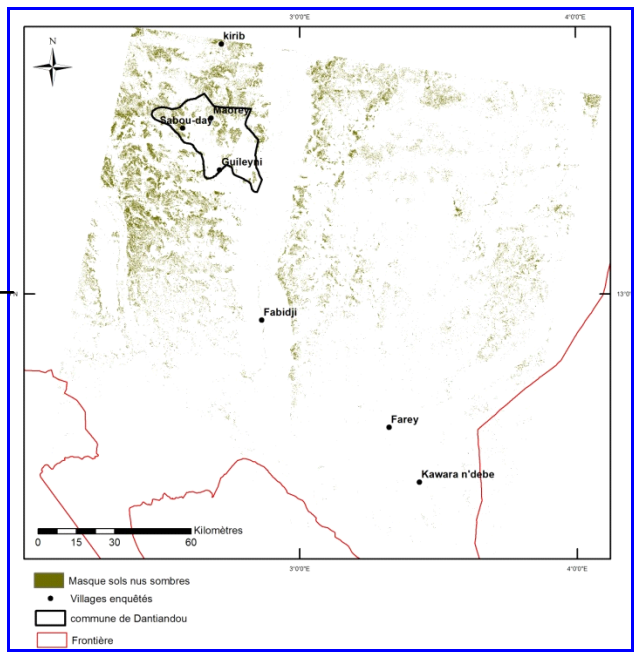


Figure n°4.22: Masque eau+bord d'image

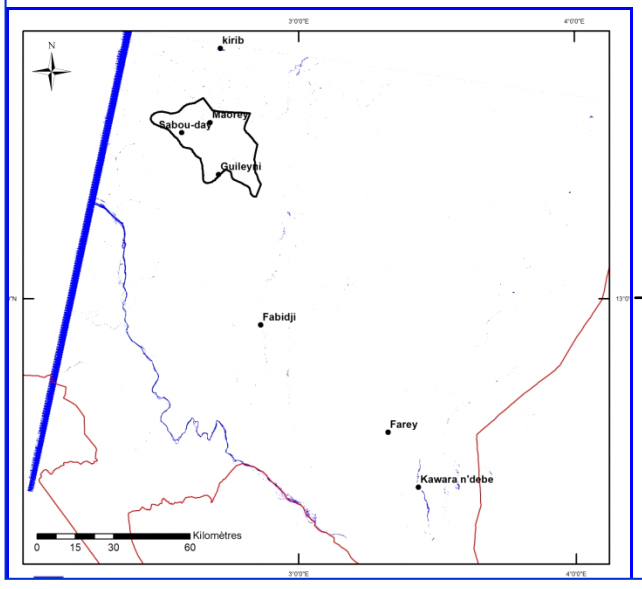


Figure n°4.23: Masque mixte sols nus-végétation

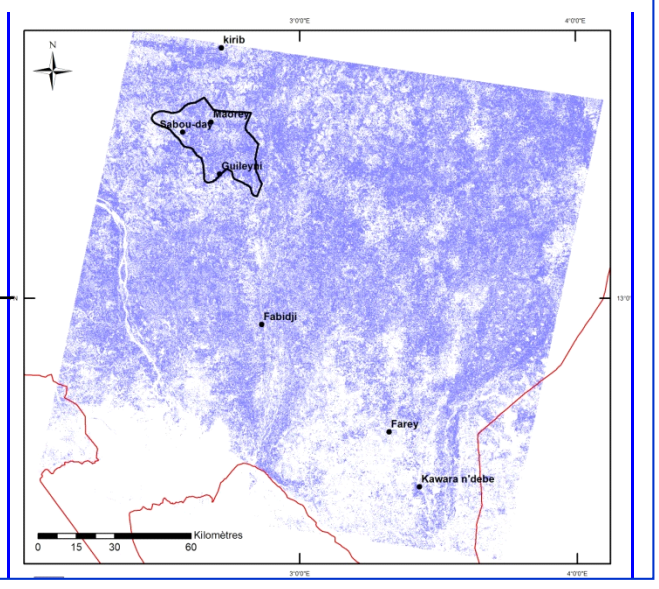


Figure n°4. 18, 19, 20, 21, 22, 23: Création de 6 masques

Pour chaque masque, nous avons procédé à des analyses en composantes principales (ACP). En effet, outre qu'elle permet une décorrélation des canaux, l'ACP amplifie les contrastes radiométriques au sein d'un ensemble de pixels (Girard & Girard, 1999). C'est une technique multi-variable qui permet de réduire les nombre de composantes spectrales dans l'objectif de ne retenir qu'un nombre restreint de composantes rendant mieux compte de la variance des images originelles (Mas, 2000). On peut la réaliser à partir de toutes les bandes (Byrne *et al.*, 1980 ; Muchoney & Haack, 1994). Dans ce cas, l'information d'intérêt peut se retrouver dans une ou plusieurs des dernières composantes de l'ACP. Au lieu de la réaliser sur toutes les bandes, l'ACP devient sélective lorsqu'on l'applique à partir de deux ou trois composantes (Chavez & Kwarteng, 1989 ; Chavez, 1989). Dans ce cas, l'information d'intérêt se concentre sur les deux ou trois premières composantes et l'interprétation des résultats est plus simple que celui d'une ACP réalisée sur toutes les bandes (Chavez & Mackinnon, 1994).

Nous avons opté pour l'ACP sélective. A partir des trois premières composantes issues d'une ACP réalisée au sein des masques créées à l'étape précédente, nous avons procédé à de nouvelles classifications. Le nombre de classes demandées pour ces classifications s'établit entre 6 et 8 classes pour chaque masque. L'objectif de cette étape est d'optimiser l'homogénéité des classes et des sous-classes radiométriques. A l'issue de l'analyse des profils radiométriques, on prendra les décisions suivantes (Andrieu, 2008) :

- Si les courbes présentent des profils significativement similaires, la classe est considérée comme homogène et ne sera pas subdivisée.

- s'il y a des différences significatives entre les courbes obtenues, on procédera à la réaffectation de chacune des classes au type d'occupation du sol correspondant.

Vérification, correction et validation des six masques

L'exploitation des six masques par une ACP suivie d'une classification réalisée à partir des premières composantes permet ainsi de produire des sous classes qui seront soit réaffectées à d'autres classes, soit fusionnées pour valider l'homogénéité du masque étudié.

Vérification, correction et validation du masque végétation fermée

L'analyse des profils radiométriques issus de la classification réalisée à partir des néo-canaux issus de l'ACP **(Figure n°4.24)**, nous a permis de distinguer les classes 1, 4, 6 comme correspondant à des surfaces de végétation fermée. Le pic de luminance en TM4 et les valeurs faibles dans les autres canaux permettent cette interprétation. Des corrections s'imposent pour les autres classes obtenues : la classe 2 présente certes un pic en TM4, mais les valeurs sont très faibles dans les autres canaux avec une baisse continue et très marquée entre TM5 et TM7. Un tel profil spectral pourrait être celui d'une végétation de milieu humide (bas-fonds ou ripisylve). Les profils des classes 3 et 5, s'ils comportent un pic net en TM4, se distinguent des autres profils par de plus fortes valeurs de luminance dans le visible et par une pente relativement faible entre TM4 et TM5. Ce profil pourrait correspondre à celui d'une végétation ouverte. Les classes devront donc être réaffectées au masque correspondant.

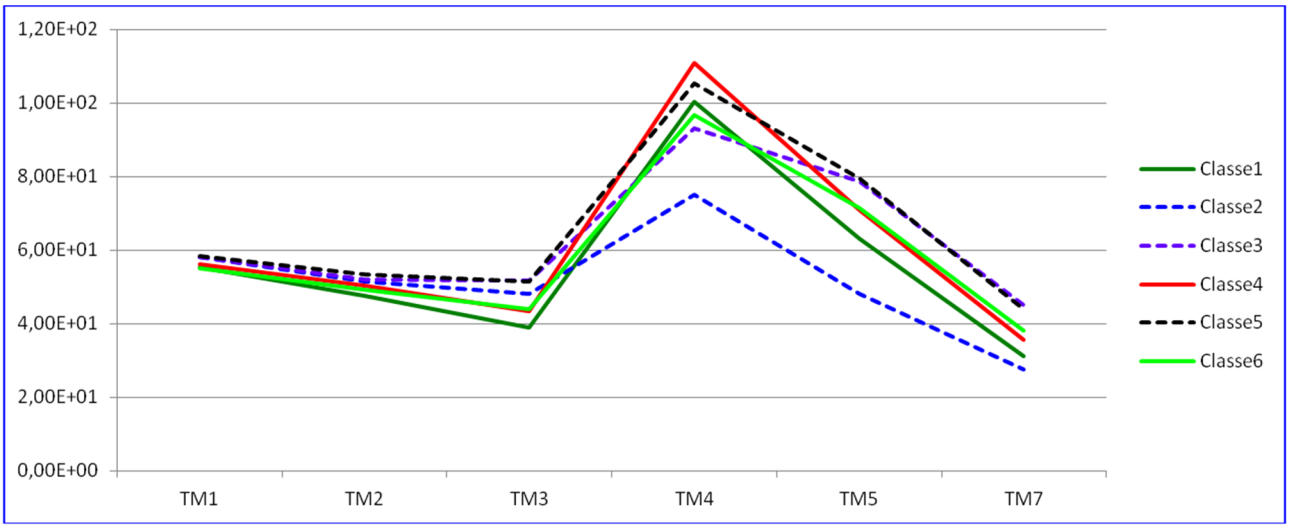


Figure n°4. 24: Vérification de l'homogénéité du masque végétation fermée après classification en 6 classes à partir des néo-canaux issus de l'ACP

Vérification, correction et validation du masque végétation ouverte

La **figure n°4.25** présente les courbes radiométriques relatives aux sous classes extraites du masque végétation ouverte. L'ensemble des classes présentent des profils de végétation ouverte caractérisés par un pic en TM4 et une pente faible entre TM4 et TM5. Cependant, au regard des profils de sols nus, on peut distinguer deux groupes :

- La végétation ouverte sur sols clairs regroupant les classes 1, 5, 6, 7 et 8, en raison du pic en TM4 et d'une pente négative mais faible entre TM4, TM5 et TM7.
- La végétation ouverte sur sols sombres (les classes 2, 3, 4) présentant, elle-aussi, un pic en TM4 mais ayant des valeurs de luminance plus faibles dans le visible et une pente très faible entre TM4 et TM5.

À l'issue de cette vérification, le masque végétation ouverte a été validé avec deux niveaux de distinction : végétation ouverte sur sols clairs et végétation ouverte sur sols sombres.

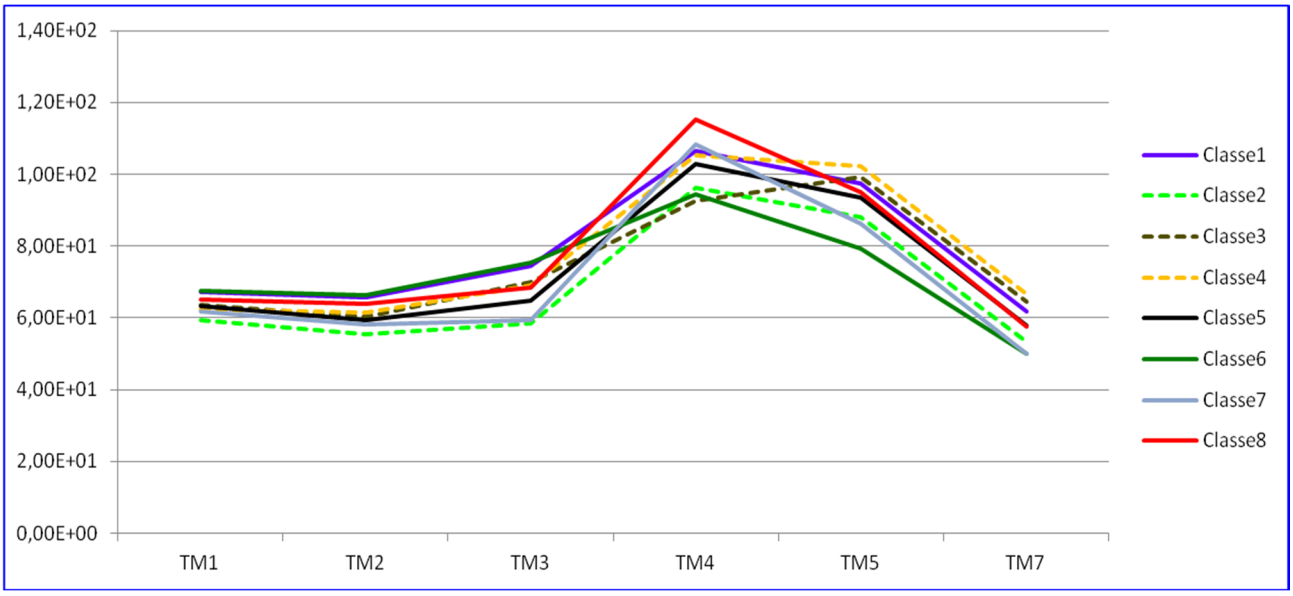


Figure n°4. 25: Vérification de l'homogénéité du masque végétation ouverte après classification en 8 classes à partir des néo-canaux issus de l'ACP

Vérification, correction et validation du masque mixte sols nus-végétation

D'après la **figure n°4.26,** on peut considérer que les classes 4, 5, 6, 7 et 8 correspondent à de la végétation très ouverte sur sols clairs dans la mesure où les profils radiométriques correspondants présentent un léger pic en TM4 et une pente forte entre TM4 et TM5.

Les classes 1, 2, 3 correspondent à de la végétation ouverte sur sols sombres car si leur profil comporte aussi un pic en TM4, les valeurs de luminance sont plus faibles dans le visible que pour le groupe précédent et la pente décroissante entre TM4 et TM5 est relativement faible**.**

Après cette vérification, les classes ont été réaffectées aux types d'occupation du sol correspondants.

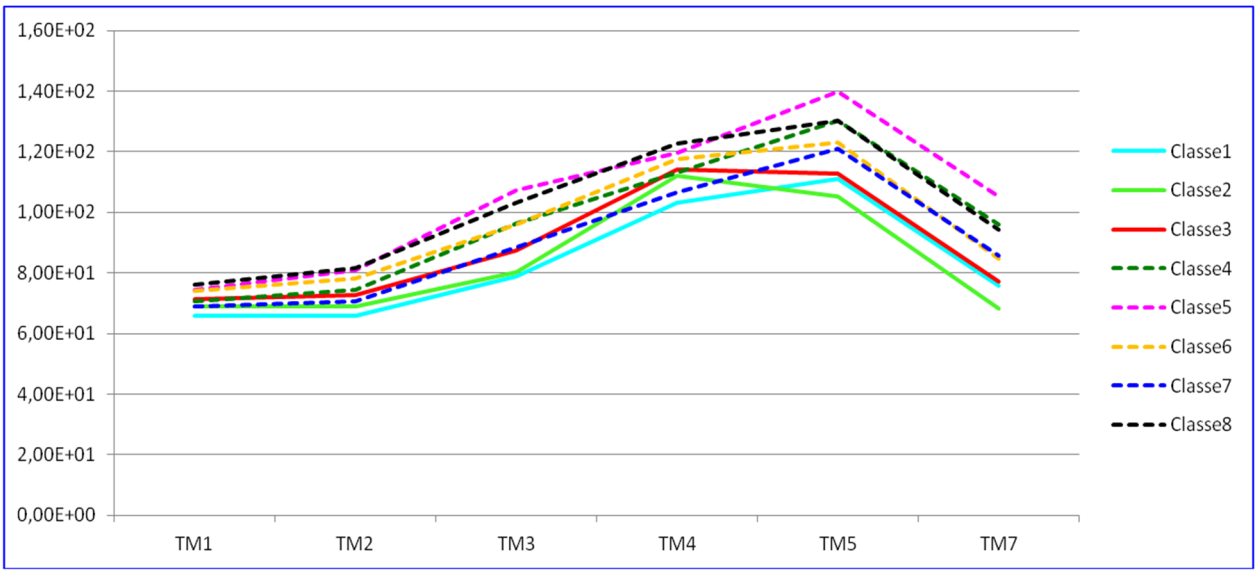


Figure n°4. 26: Vérification de l'homogénéité du masque mixte sols nus-végétation après classification en 8 classes à partir des néo-canaux issus de l'ACP

Vérification, correction et validation du masque sols nus clairs

L'interprétation des moyennes radiométriques confirme que les classes 1, 2, 3, 4 et 6 peuvent être associées à la présence de sols clairs. En effet les profils radiométriques de ces classes sont caractérisés par des valeurs très élevées de luminance dans l'ensemble des canaux avec des pics marqués en TM3 et TM5.

Les classes 5 et 7 en revanche peuvent être assimilées à des classes de sols nus sombres dans la mesure où les pics sont moins nets en TM3 et TM5, avec des valeurs de luminance relativement moins élevées dans tous les canaux que celles des classes du groupe précédent **(Figure n°4.27).** Des réaffectations au masque correspondant seront donc effectuées pour ces deux classes.

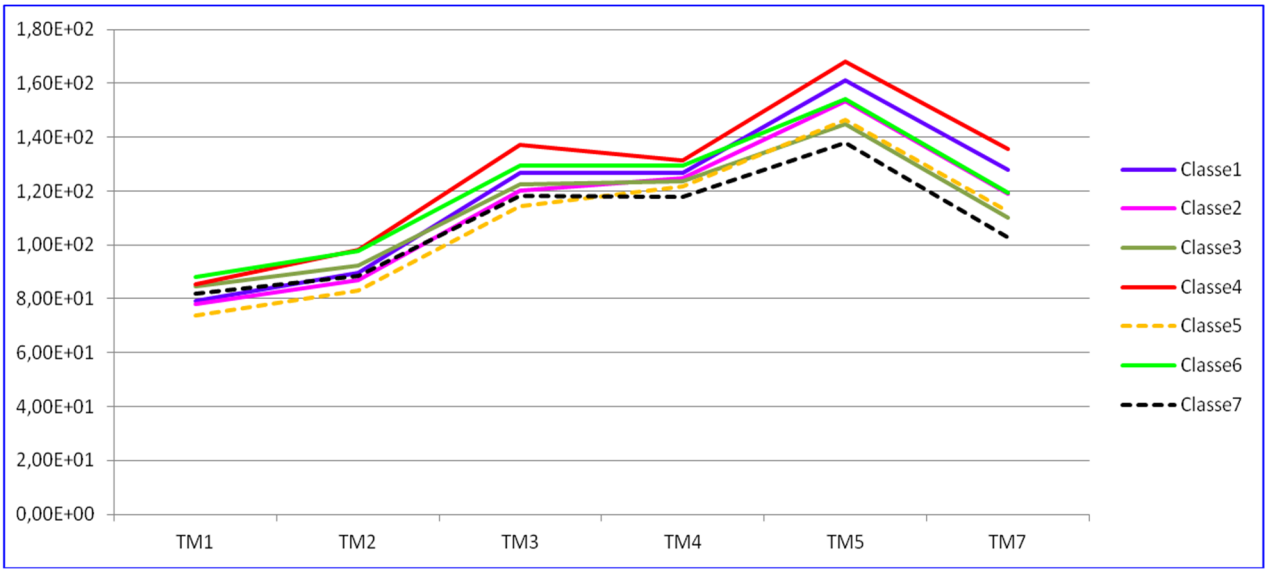


Figure n°4. 27: Vérification de l'homogénéité du masque sols nus clairs après classification en 7 classes à partir des néo-canaux issus de l'ACP

Vérification, correction et validation du masque sols nus sombres

Comme le suggère la figure 30, les profils des classes 1, 3, 5, 8 peuvent être considérés comme correspondant à des sols nus sombres dans la mesure où ils présentent des pics moins marqués en TM3 et TM5 que ceux des profils des sols clairs et des valeurs de luminance également légèrement moins élevées dans les bandes TM5 et TM7 .

Quant aux classes 2, 4, 6 et 7 on peut considérer qu'elles ont des profils radiométriques de sols nus clairs dans la mesure où les valeurs de luminance sont élevées dans l'ensemble des canaux avec des pics marqués à la fois en TM3 et TM5 **(Figure n°4.28).**

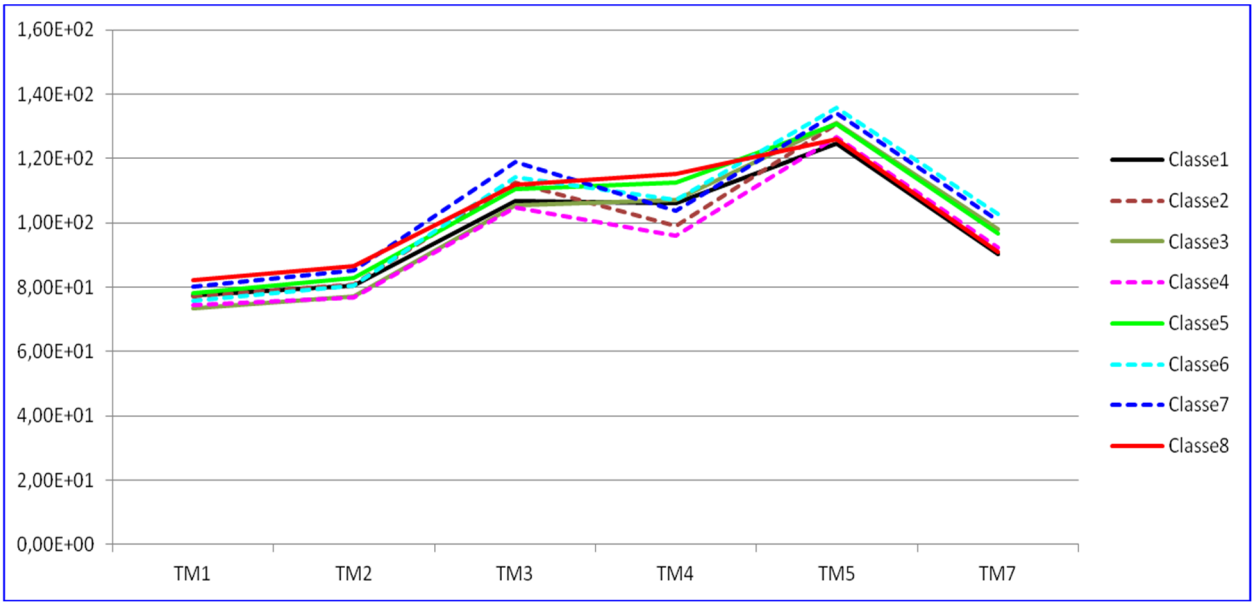


Figure n°4. 28: Vérification de l'homogénéité du masque sols nus sombres après classification en 8 classes à partir des néo-canaux issus de l'ACP

Vérification, correction et validation du masque eau-bords de l'image

Les classes 7 et 8 correspondent à de l'eau car leur profil montre des valeurs de luminance qui diminuent continûment du visible à l'infrarouge. La classe 7 présente un léger pic en TM3, signe d'une forte turbidité **(Figure n°4.29)**. Les classes 1, 2, 3, 4, 5 et 6 sont des artefacts liés à la trace de l'image (cadre, bordure).

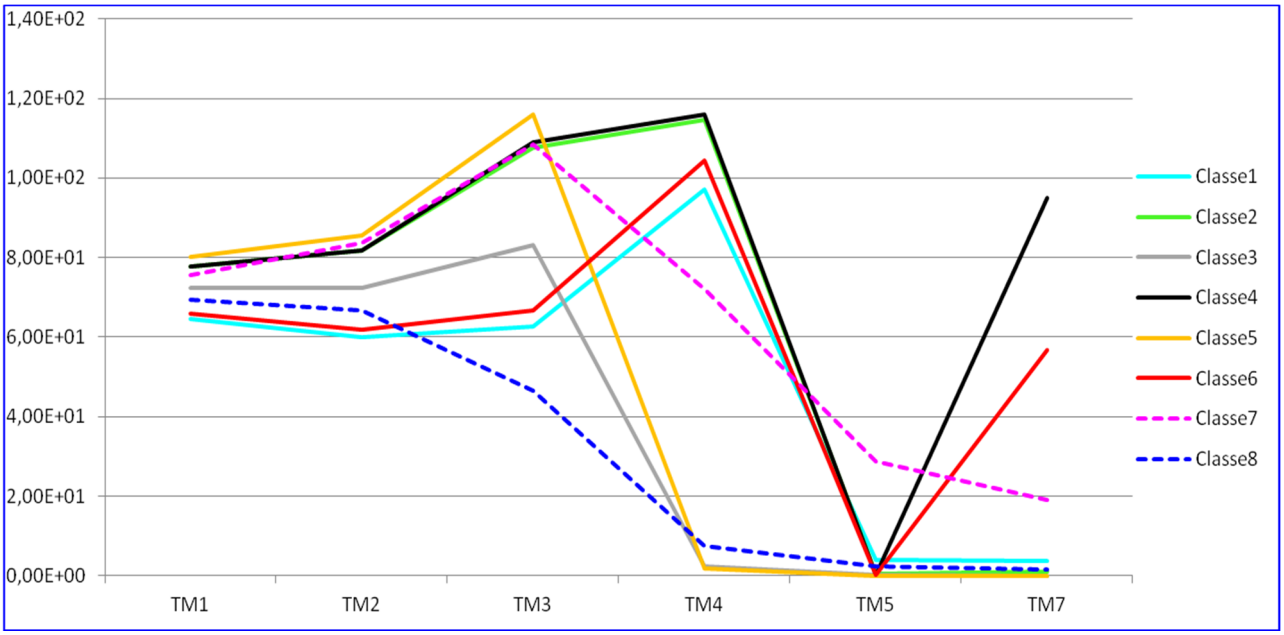


Figure n°4. 29: Vérification de l'homogénéité du masque eau cadre après classification en 8 classes à partir des néo-canaux issus de l'ACP

Après les vérifications de l'homogénéité des sous classes de chacun des six masques, des réaffectations ont été réalisées. Ces réaffectations nous ont permis de produire de nouveaux masques **(Figure n°4.30, n°4.31, n°4.32, n°4.33, n°4.34, n°4.35, n°4.36)**. Une septième classe a été établie. Il s'agit de la végétation de zones humides qui n'avait pas été détectée à l'issue de la première étape de classification.

Pour chaque masque, correction des classes mal affectées et création de nouveaux masques

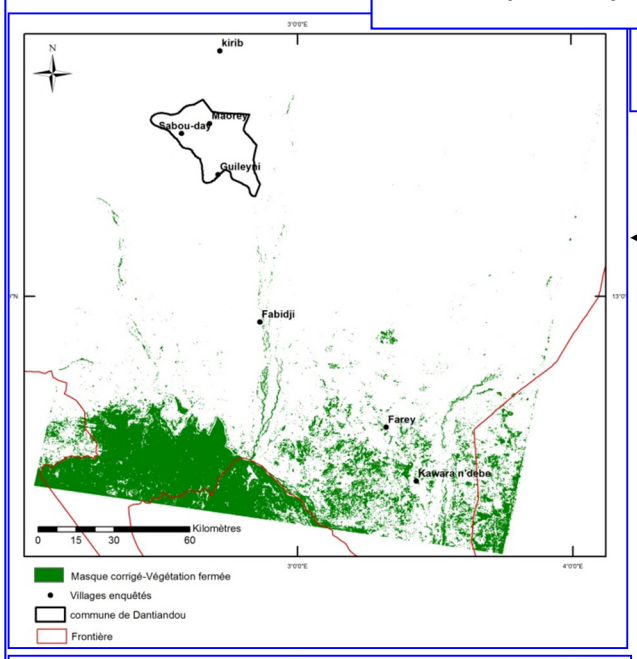


Figure n°4.30: Masque corrigé-végétation fermée

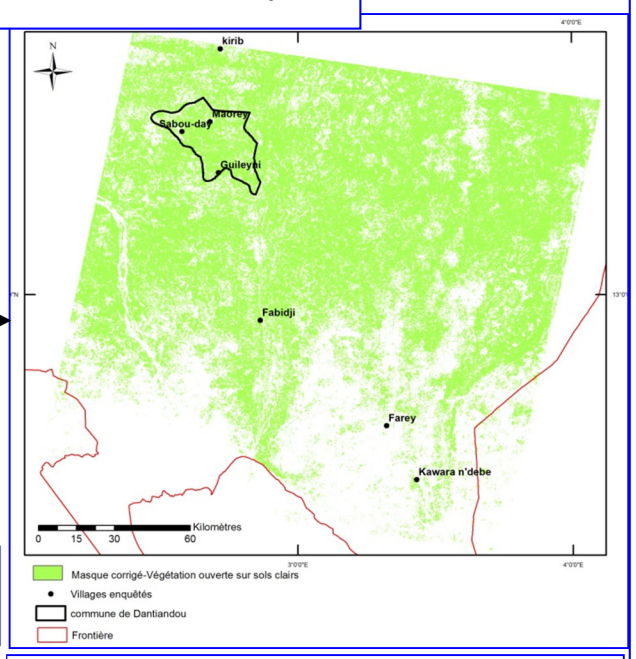


Figure n°4.31: Masque corrigé-végétation ouverte sur sols clairs

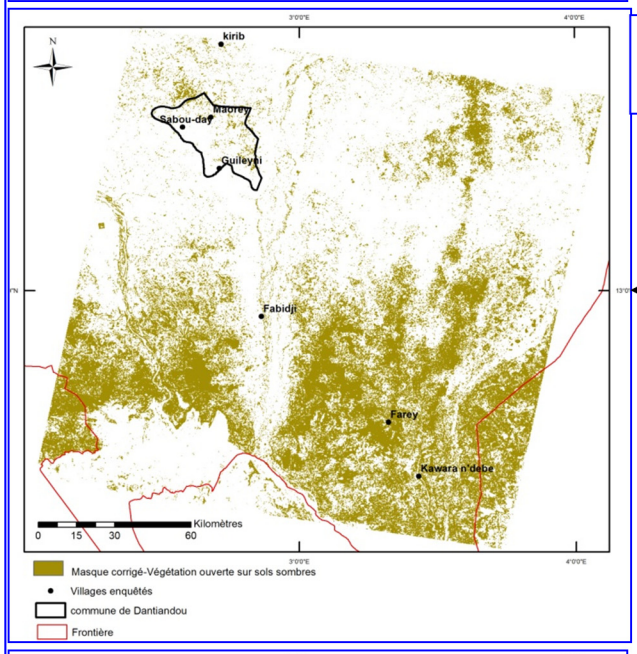


Figure n° 4.32: Masque corrigé-végétation ouverte sur sols sombres

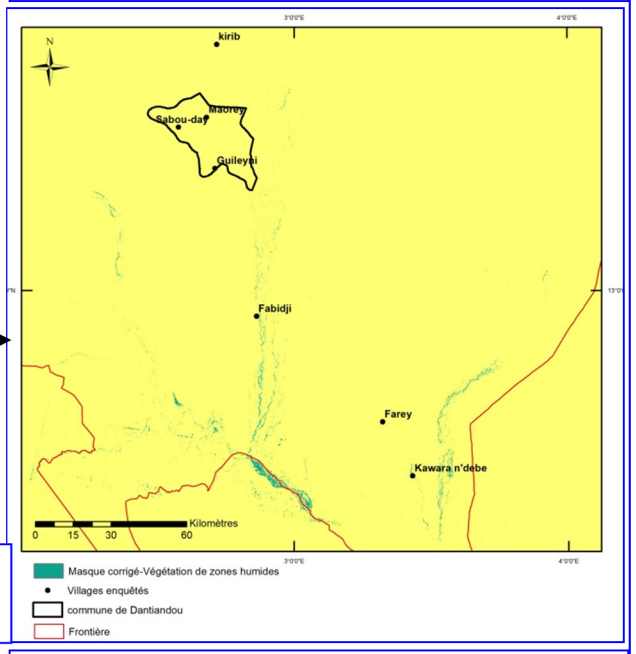


Figure n°4.33: Masque corrigé-végétation de zones humides

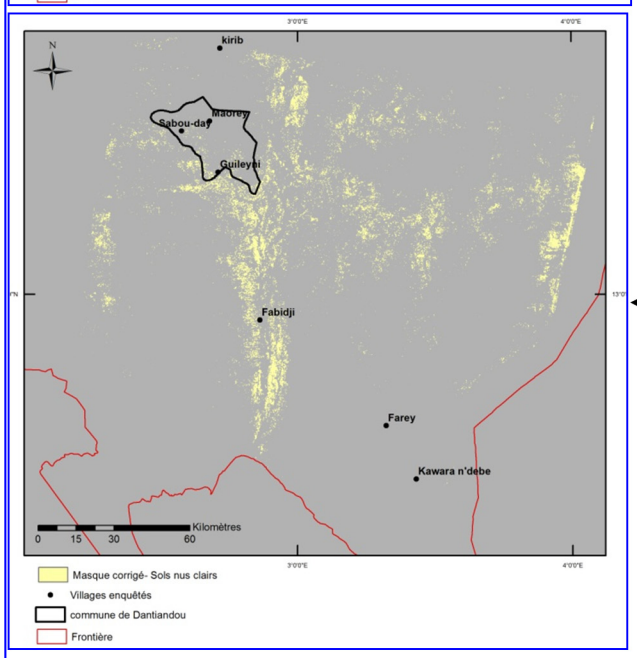


Figure n°4.34: Masque corrigé-sols nus clairs

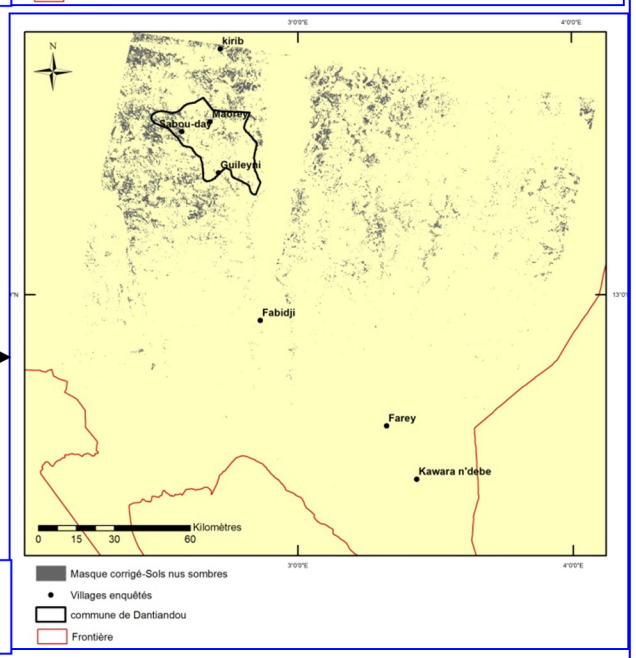


Figure n°4.35: Masque corrigé-sols nus sombres

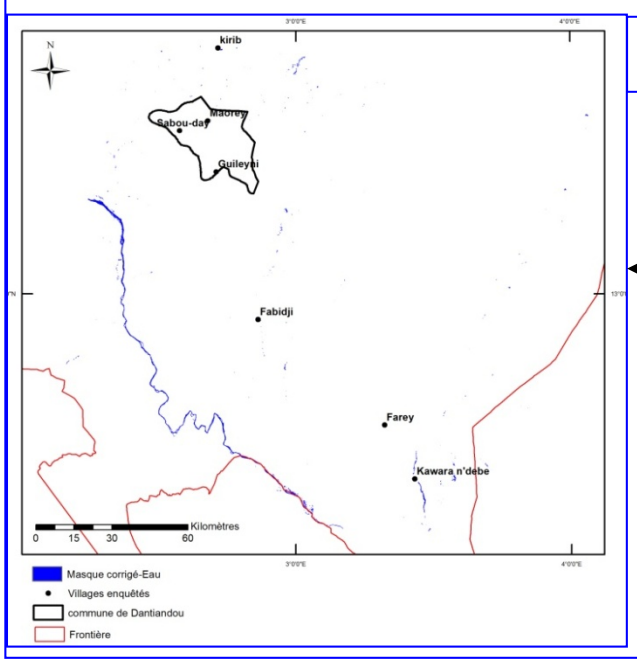


Figure n° 4.36: Masque corrigé-eau

Figure n°4. 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36: Corrections des masques

L'addition de tous les masques aboutit à la carte finale d'occupation du sol **(Figure n°4.37).** En partant de cette carte, on analyse les statistiques radiométriques des classes correspondantes **(Figure n°4.38).** Les profils radiométriques nous montrent que la classe 1 correspond à la végétation ouverte sur sols sombres (pic en TM4 avec une pente faible entre TM4 et TM5). La classe 2 est caractérisée par un pic en TM4 et une pente positive en TM5, ce qui correspond à la végétation ouverte sur sols clairs. La classe 3 a un profil radiométrique typique de végétation fermée avec un pic de luminance très marqué en TM4 et de faibles valeurs dans les autres canaux.

Les classes 4 et 6 correspondent respectivement aux sols nus sombres et clairs. Les sols nus clairs ont un double pic en TM3 et TM5 avec de très fortes valeurs de luminance. Quant aux sols nus sombres, le profil est assez similaire mais avec de plus faibles valeurs de luminance dans les différents canaux. La classe 5 correspond à la végétation de zones humides dont le profil radiométrique enregistre un pic en TM4 moins marqué cependant que la végétation fermée en zone sèche et avec une décroissance des valeurs de luminance très forte en TM5 et TM7. Enfin la classe 7 correspond à de l'eau car son profil est bien caractérisé par une baisse continue des valeurs de luminance du visible à l'infrarouge.

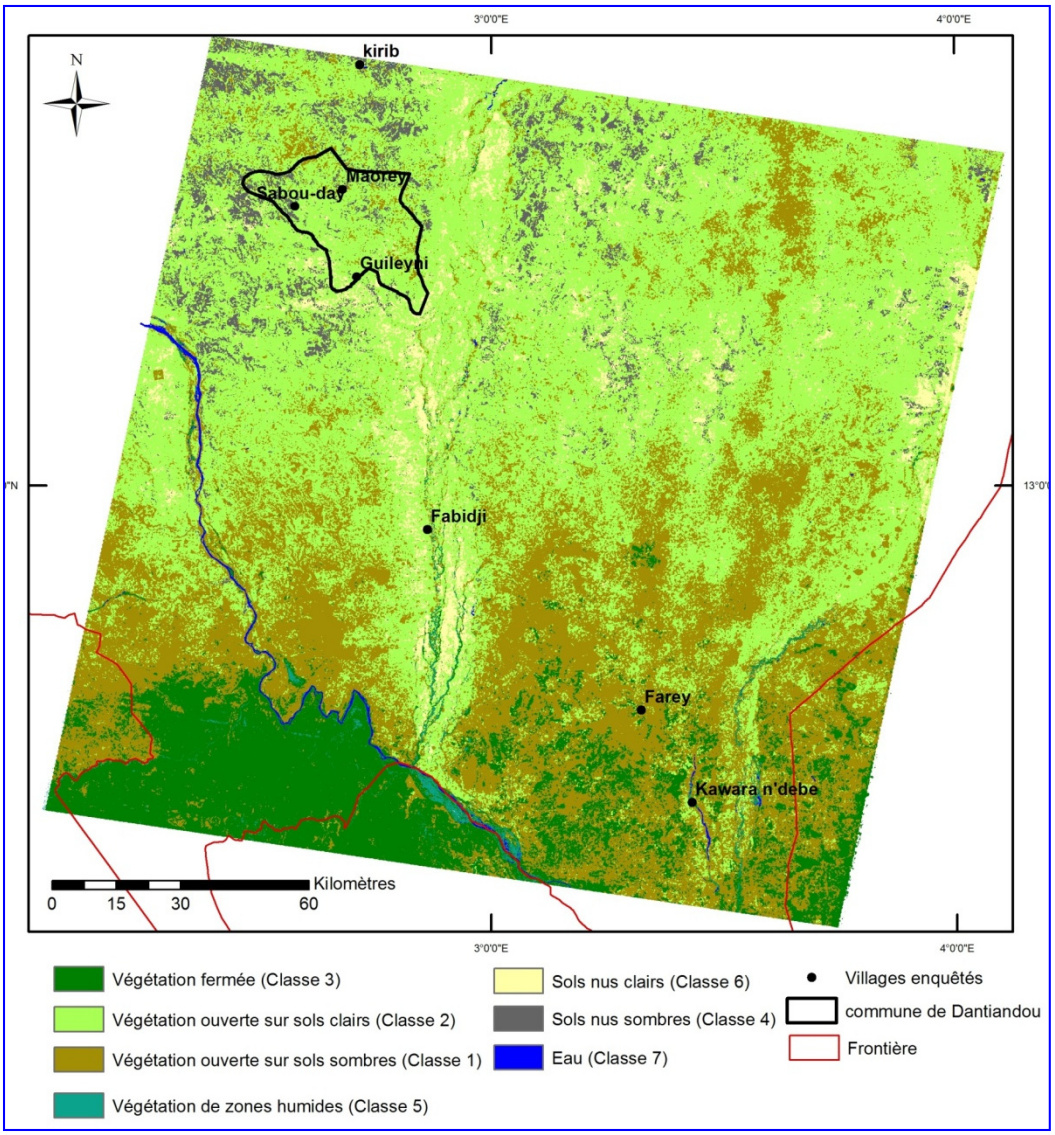


Figure n°4. 37: Carte de l'occupation du sol dans le Fakara du Niger, 11 septembre 2001

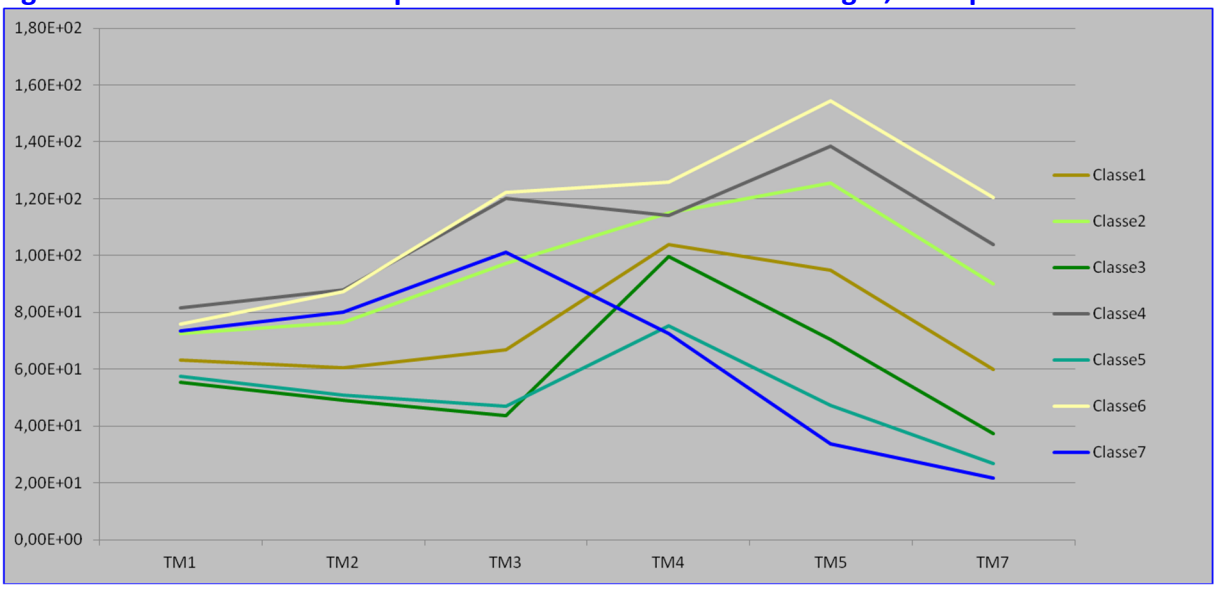


Figure n°4. 38: Analyse et interprétation des profils radiométriques de la carte d'occupation du sol, Fakara Niger, 11 septembre 2001

Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté une méthode d'analyse des images satellite dans l'objectif d'une cartographie de l'occupation du sol. Cette méthode se base sur la combinaison entre l'interprétation analogique des compositions colorées et l'analyse numérique multi-spectrale fondée sur l'interprétation des courbes spectrales à partir de la méthode des nuées dynamiques.

La méthode a été appliquée à chacune des huit scènes dont nous disposons dans les trois micro-régions étudiées, aux trois dates. Globalement, malgré quelques imperfections liées aux dates de prise de vue des images, les résultats nous ont paru satisfaisants au regard de travaux antérieurs à cette étude. La disponibilité des données Landsat depuis les années 1970 nous a offert l'avantage de mener une cartographie rétrospective de l'occupation du sol. La reproductibilité est une exigence scientifique en particulier lorsqu'il s'agit d'une méthode qui vise à comparer les tendances caractéristiques de plusieurs régions. Par son fort potentiel de reproductibilité, cette méthode a le mérite de mettre en évidence des contrastes inter-régionaux et intra-régionaux dans l'évolution de l'occupation du sol et des ressources fourragères entre les années 1970 et les années 2010.

La complémentarité entre l'interprétation analogique des compositions colorées et l'analyse numérique basée sur l'interprétation des courbes spectrales est un atout important qui s'est avéré très utile dans la définition et la précision des catégories d'occupation du sol. L'espace sahélien étant caractérisé par une grande hétérogénéité intra- et inter-régionale, notre méthode s'est avéré efficace et cohérente par rapport à notre objectif de cartographie comparée de l'occupation du sol.

Les résultats obtenus par la méthode décrite feront l'objet d'analyses critiques dans le chapitre suivant. Elles permettront par la suite une d'établir des cartes diachroniques ainsi qu'une quantification des états de surface.

Chapitre 5

L'objectif de ce chapitre est de spatialiser l'occupation du sol, en particulier la couverture du sol par la végétation. A travers une analyse multi-dates, il s'agit de mettre en évidence les différentes tendances qui caractérisent l'évolution de la couverture du sol par la végétation dans les micro-régions étudiées (ces tendances seront précisées dans le **chapitre 6**, consacré aux changements dans l'occupation du sol). Ce travail de cartographie permet une quantification des états de surface (suivant la nomenclature définie au **chapitre 4**) à différentes dates.

Afin d'atteindre ces objectifs, nous avons appliqué la méthode décrite dans le chapitre précédent **(chapitre 4).** Cette méthode par sa pertinence et sa souplesse s'est avérée efficace car elle nous a permis d'atteindre nos objectifs de spatialisation et de quantification avec des résultats que nous avons jugés satisfaisants sur la base de l'emboitement avec une interprétation rigoureuse des profils radiométriques. Dans ce chapitre, nous allons exposer et analyser les principaux résultats en termes d'occupation du sol dans chacune des micro-régions. Ces résultats éclairent sur l'état de la couverture du sol par la végétation à la période actuelle. L'analyse rétrospective des états de surfaces a permis de remonter aux années 1970, en se plaçant en 1973. Avec un recul de près de quatre décennies, les résultats permettent de mieux appréhender la structure et l'évolution de l'occupation du sol dans les trois micro-régions d'étude. Dans un premier temps, les résultats à l'échelle micro-régionale seront analysés au regard des travaux antérieurs **(5.1).** Puis nous présenterons les résultats à l'échelle locale **(5.2).** La dernière partie de ce chapitre sera consacrée à une synthèse comparative des résultats par un emboîtement d'échelles (micro-régionale et locale) qui montrera l'intérêt d'étudier la couverture du sol à différents niveaux **(5.3).**

5.1 Résultats de la cartographie de l'occupation du sol à l'échelle régionale

Les résultats présentés ici feront l'objet d'une description suivie d'une analyse critique au regard de travaux réalisés dans le cadre de différents programmes internationaux. Nous commencerons par exposer les résultats de la cartographie de l'occupation du sol dans la micro-région du Ferlo **(5.1.1),** suivi de la micro-région du Gourma **(5.1.2),** pour finir par les résultats concernant la micro-région du Fakara nigérien **(5.1.3).**

5.1.1 Occupation du sol dans la micro-région du Ferlo (Sénégal)

L'étude de l'occupation du sol dans la région du Ferlo a été effectuée à trois dates différentes :

- L'année 1973, qui correspond à la première année de sécheresse sévère, permettant ainsi de se placer avant que la végétation n'ait enregistré la dégradation liée au bilan hydrique,
- L'année 1999 qui correspond à 5 ans après la date charnière et donc au tout début du lent processus de reverdissement

- L'année 2010, qui correspond à une date actuelle et à 16 ans après cette date charnière de 1994 où, contrairement à 1999, il est possible de supposer que, comme l'ont remarqué de nombreux travaux le processus de reverdissement est bien en place

La carte de 1973 **(Figure n°5.1)** permet d'observer la répartition du couvert végétal suivant le gradient nord-sud. Au début des années 1970, la partie septentrionale du Ferlo était faiblement végétalisée par rapport au centre et au sud du Ferlo. La carte met en évidence, en revanche, une formation végétale dense, sinon fermée au centre du Ferlo. Dans le reste de la région, une végétation plus ouverte occupait un peu plus de 60 % de la surface cartographiée. Les espaces non végétalisés étaient essentiellement composés de sols nus clairs, occupant essentiellement, en 1973, la partie nord du Ferlo, les eaux de surface étant essentiellement localisées dans la vallée du fleuve Sénégal.

Globalement, en 1973, 60 à 70 % de la surface analysée était occupée par la végétation, les 30 à 40 % restants étaient occupés par soit des sols nus clairs ou sombres, soit par l'eau. Ceci nous permet de dire qu'en 1973, la région du Ferlo était assez densément végétalisée.

En 1999 **(Figure n°5.2)**, on remarque une ouverture de la végétation par rapport à l'année 1973. En effet, la végétation dense a laissé place à une formation végétale plus ouverte au centre du Ferlo. Dans la partie sud-ouest, les sols nus clairs ont progressé au détriment de la végétation ouverte sur sols clairs. Pour l'année 1999, on observe que près de

50 % de l'espace est occupé par la végétation. Les sols nus occupent entre 30 et 40 % des surfaces cartographiées.

Par ailleurs, en dehors des types d'occupation du sol mis en évidence entre 1973 et 1999, la présence de traces de feux de brousse apparaît. Ces traces sont révélatrices de l'importance des surfaces végétalisées brûlées au cours de cette période. D'après la littérature (André et Müller, 2008 ; CSE, 2011 ; Sawadogo, 2011 ; Garba *et al.*, 2012 ; Fall, 2014), confirmée par nos enquêtes de terrain, ces feux de brousse ne seraient pas spontanés mais liés à l'action anthropique. Nous nous pencherons en détail sur les feux de brousse dans l'analyse des causes des changements observés dans l'occupation du sol.

En 2010 **(Figure n°5.3)**, l'occupation du sol dans le Ferlo présente un fort contraste entre le nord-est, le sud-ouest et le centre du Ferlo. Les paysages du nord-est et du sud-ouest sont dominés par les sols nus clairs, donc par une végétation très clairsemée. Au centre du Ferlo, la couverture végétale connaît une certaine stabilité depuis 1999. Par ailleurs, les traces de feux de brousse occupent encore une part non négligeable notamment dans la commune rurale de Téssékré ainsi qu'au sud-est de la région.

En 2010, 45 à 50 % de l'espace cartographié était couvert par de la végétation ouverte sur sols clairs et entre 35 et 40 % de surfaces étaient occupées par des sols nus clairs.

De 1973 à 2010, l'évolution de l'occupation du sol dans le Ferlo a ainsi connu deux grandes phases :

- entre 1973 et 1999 on constate une ouverture de la végétation qui se traduit par une diminution des surfaces de végétation fermée au profit de la végétation ouverte ;
- entre 1999 et 2010, on constate une certaine stabilité de l'occupation du sol.

Figure n°5.1: Occupation du sol dans la région du Ferlo en 1973

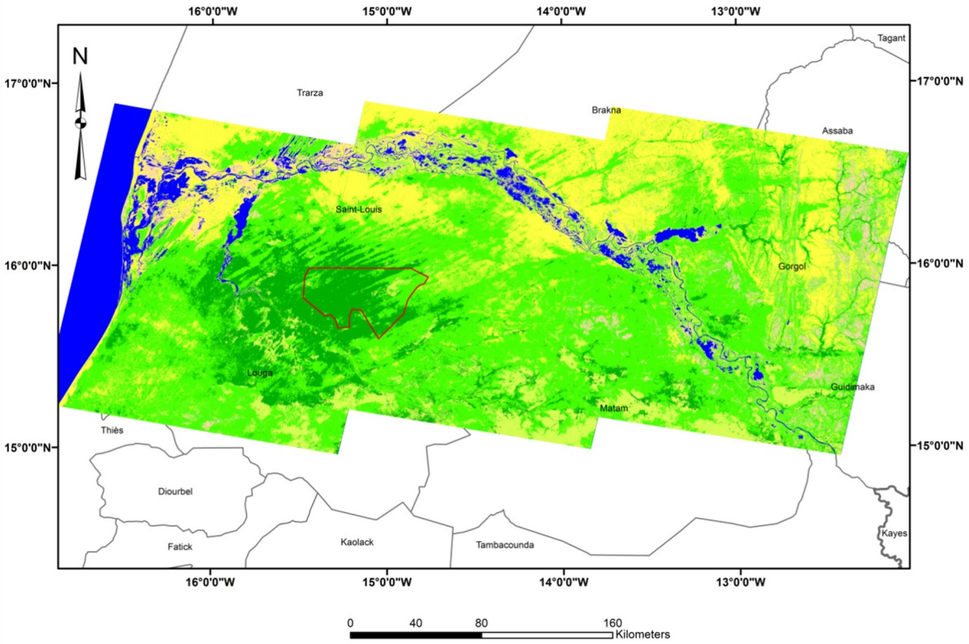


Figure n°5.2: Occupation du sol dans la région du Ferlo en 1999

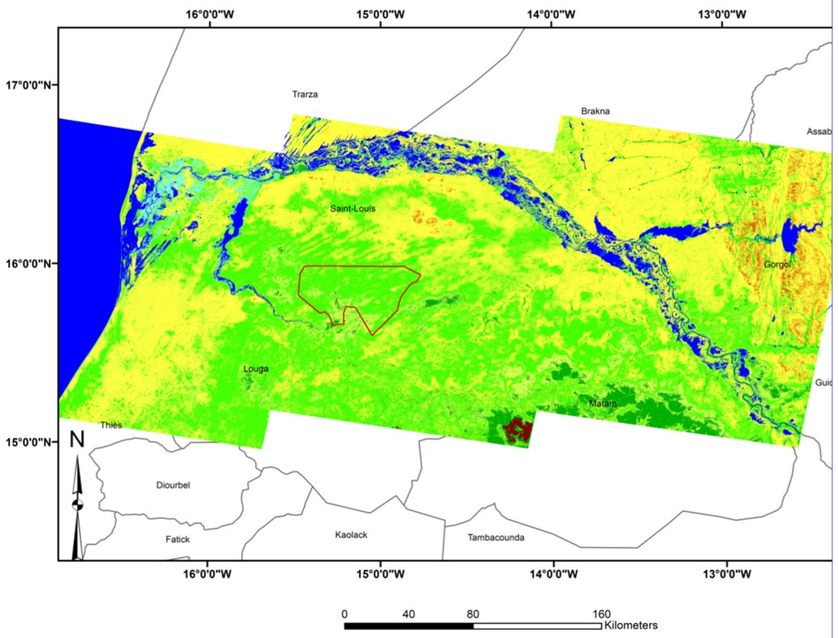
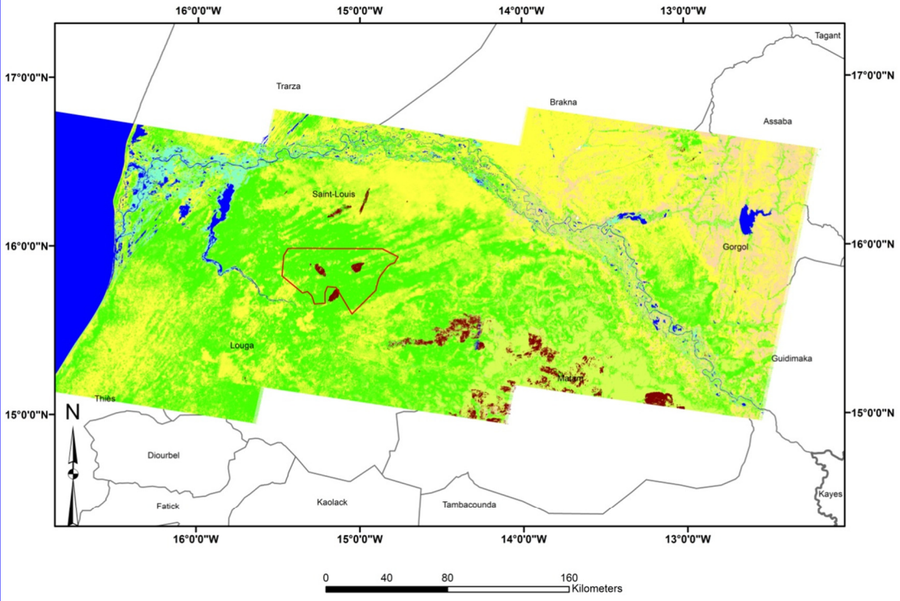


Figure n°5.3: Occupation du sol dans la région du Ferlo en 2010



Types d'occupation du sol

- Végétation ouverte sur sols sombres
- Végétation ouverte sur sols clairs
- Végétation fermée
- Végétation de zones humides
- Feux de brousse
- Sols sombres
- Sols argilo-sableux
- Sols clairs
- Eau
- Nuages
- Ombres

Limites

- Frontières
- Site d'étude

UTM-Zone 28 Nord

Sources:
Frontières: www.diva-gis.org
Occupation du sol: Images Landsat (glovis.usgs.org/earthexplore

Figure n°5. 1, 2, 3: Occupation du sol dans la région du Ferlo (1973-1999-2010).

Une mise en regard de ces résultats avec d'autres études similaires présentées dans ce qui suit s'avèrera utile pour mieux comprendre et mieux interpréter les différentes tendances observées à l'échelle micro-régionale.

- **Confrontation des résultats avec ceux issus de travaux antérieurs sur le Ferlo (Sénégal)**

Les cartes présentées dans les **Figures n°5.4 et n°5.5**, sont le résultat d'une étude réalisée par l'USGS en collaboration avec Agrhymet dans le cadre du programme intitulé *« West Africa Land Use and Land Cover Trends Project ».* La cartographie de l'occupation et de l'utilisation du sol était au centre de ce programme. Ce programme a réuni 12 pays partenaires ainsi que l'institut du Sahel *« INSAH »,* l'USGS *"United states Geological Survey"*, EROS *« Earth Resources Observation and Science »*, l'USAID *« united states Agency for International Development ».* Les données utlisées par l'USGS pour la production de ces cartes sont issues de l'imagérie Landsat. Les produits MSS de 1973-1975 et les produits TM du début des années 2000 ont été les deux jeux d'images utilisés.

La méthode utilisée dans ce travail fait appel à de la photointerprétation. Ainsi par photointerprétation, 18 catégories générales d'occupation du sol ont été élaborées. Les différentes interprétations ont été validées par des obervations de terrain couplées à des analyses d'images à très haute résolution.

D'après les documents de synthèse **(Fig. 5.4 et Fig.5.5)** , les résultats montrent à l'échelle du Sénégal, le passage de la savane arborée à la savane arbustive entre 1975 et 2000. D'après cette étude, le recul de la savane arborée est dû à la progression des sols cultivés. Une focalisation sur la région du Ferlo montre qu'entre 1975 et 2000 la formation végétale dominante reste la savane arbustive. Compte tenu de l'échelle choisie et de la typologie utilisée pour décrire l'occupation du sol, ces cartes ne permettent pas d'établir une distinction nette entre les différents seuils de densité du couvert végétal. Or ce sont les changements de densité du couvert que nous avons mis en évidence à l'échelle micro-régionale. Ainsi l'apport et l'intérêt de notre étude faite à l'échelle micro-régionale sont-ils d'appréhender l'occupation du sol en faisant ressortir des contrastes intrarégionaux tels que l'on peut les détecter par l'analyse des images à haute résolution.

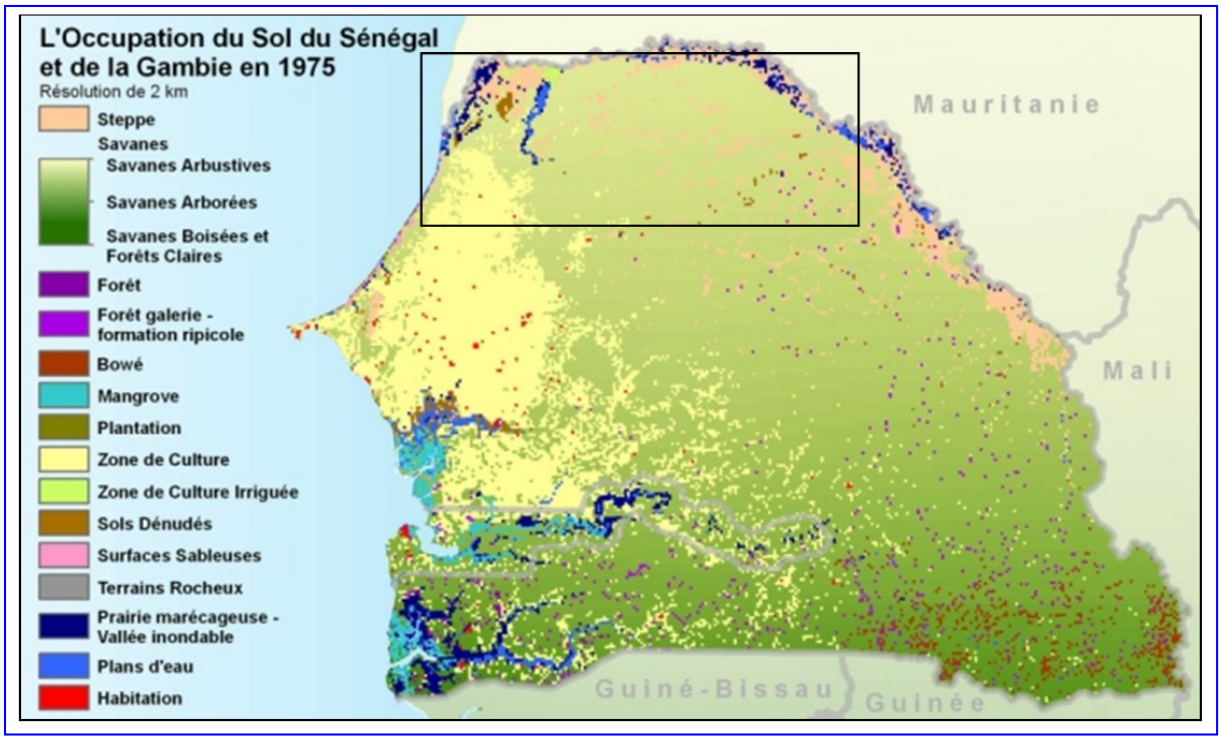


Figure n°5. 4: Occupation du sol du Sénégal et de la Gambie en 1975. (Source : USGS/Agrhymet))

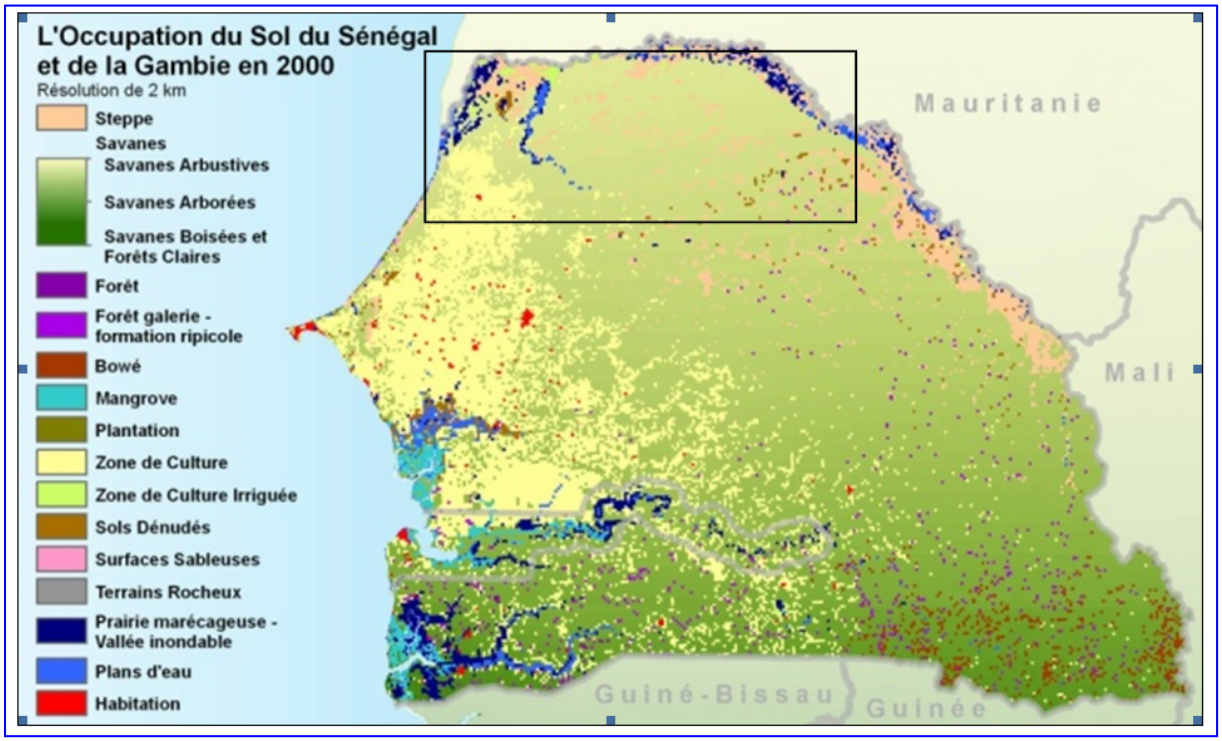


Figure n°5. 5: Occupation du sol du Sénégal et de la Gambie en 2000. (Source : USGS/Agrhymet)

5.1.2 Occupation du sol dans de la micro-région du Gourma (Mali)

Dans la micro-région du Gourma, partagée entre le Mali et le Burkina Faso, l'occupation du sol se traduit par une très grande hétérogénéité du paysage.

En 1973, la végétation se répartissait de façon très contrastée du nord au sud de la zone **(Figure 5.6).** Ainsi sur la carte présentée**,** toute la partie septentrionale de la région, au nord de la commune de Hombori, est essentiellement dominée par des sols nus. On y rencontre à la fois des sols nus clairs et des sols nus sombres. Dans la partie sud, la région de Mopti et une partie du nord du Burkina Faso sont couvertes de végétation plus ou moins dense.

La végétation ouverte sur sols clairs domine largement l'occupation du sol dans cette partie méridionale du Gourma. En dehors de la végétation et des sols nus, on remarque la présence de points d'eau correspondant à des mares temporaires ou permanentes. Globalement, à cette époque qui a précédé les grandes sécheresses, 55 à 60 % de l'espace était couvert de végétation contre 40 à 45 % de sols nus.

En 1999 **(Figure n°5.7),** le contraste nord-sud apparaît un peu atténué. On y observe un léger recul de la végétation dans la partie sud tandis qu'au nord, on assiste à la couverture végétale semble s'être un peu densifiée par rapport à 1973. Concernant les points d'eau, ils sont plus nombreux en 1999 qu'en 1973, ce qui traduit une augmentation des surfaces en eau essentiellement dominées par des mares temporaires ou permanentes. Au sud de la commune de Hombori, dans la région de Mopti, les traces de feux de brousse occupaient en 1999 des superficies relativement étendues. Dans un autre sens, on note un important recul de la végétation des zones humides notamment dans la partie sud de la micro-région.

En 1999, environ 50 % de l'espace cartographié était occupé par la végétation. Le reste de la zone était partagé entre les surfaces de sols nus qui occupaient 40 % de l'espace, les points d'eau et les traces de feux de brousse en occupant près de 10 %.

En 2010 **(Figure n°5.8)**, on observe quasiment la même configuration qu'en 1999. L'occupation du sol par la végétation est – logiquement, compte tenu du gradient climatique - plus importante dans la partie sud que dans la partie nord du Gourma. Les sols nus sont essentiellement localisés dans la partie nord du Gourma avec une dominante de sols nus clairs.

La surface occupée par les points d'eau augmente encore plus entre 1999 et 2010 que durant la période précédente (1973-1999). On remarque une réapparition des zones humides végétalisées qui avaient quasiment disparu en 1999. Globalement, 50 % de l'espace cartographié en 2010 était occupé par de la végétation contre 40 % de sols nus.

Figure n°5.6: Occupation du sol dans la région du Gourma en 1973

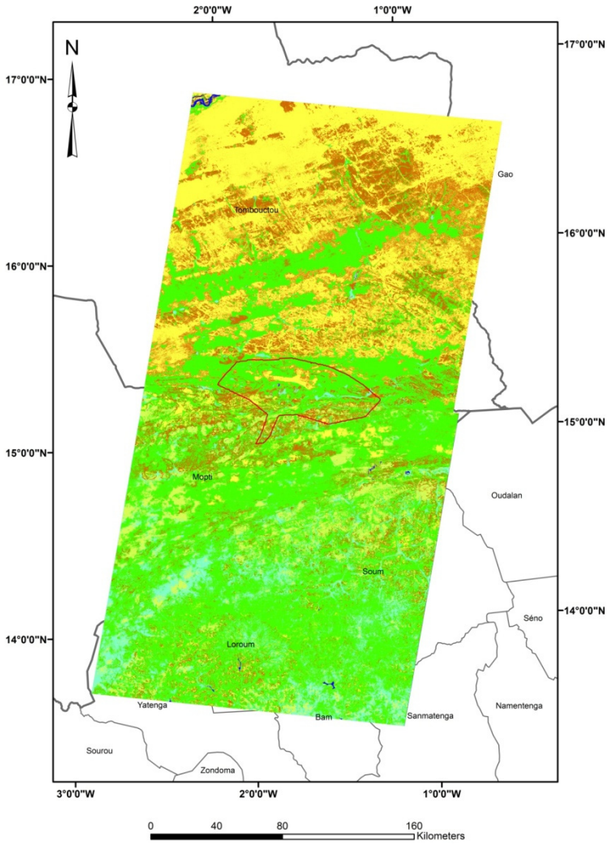


Figure n°5.7: Occupation du sol dans la région du Gourma en 1999

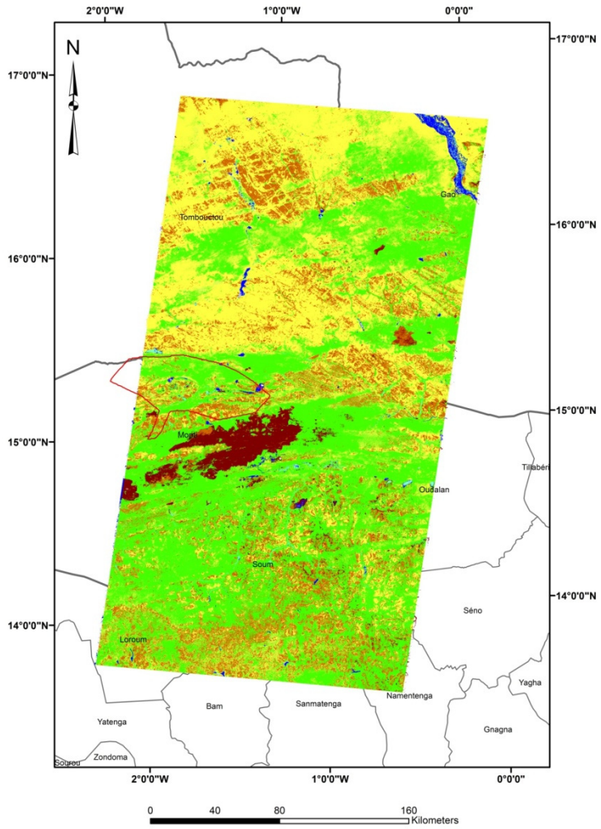
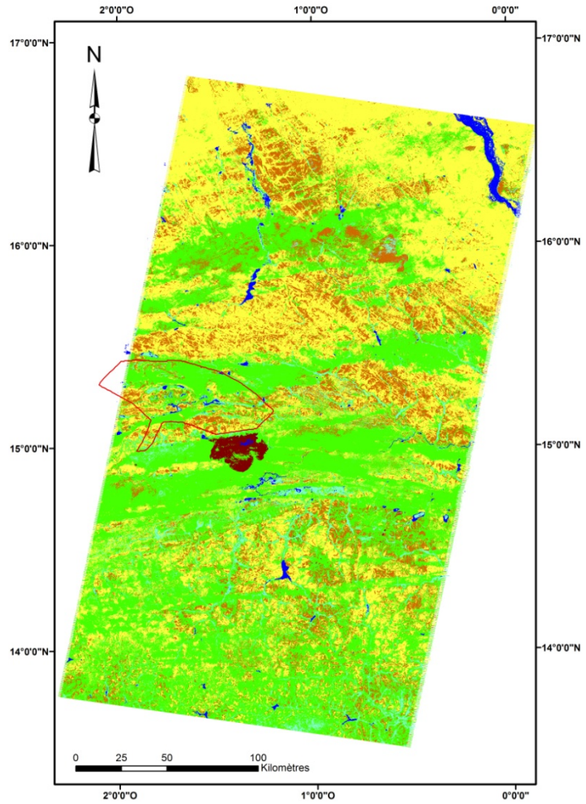


Figure n°5.8: Occupation du sol dans la région du Gourma en 2010



Types d'occupation du sol

- Végétation ouverte sur sols sombres
- Végétation ouverte sur sols clairs
- Végétation fermée
- Végétation de zones humides
- Feux de brousse
- Sols sombres
- Sols argilo-sableux
- Sols clairs
- Eau
- Nuages
- Ombres

Limites

- Frontières
- Site d'étude

UTM-Zone 30 Nord

Sources:
Frontières: www.diva-gis.org
Occupation du sol: Images Landsat (glovis.usgs.org/earthexplorer.usgs.org)

Figure n°5. 6, 7, 8: Occupation du sol dans le Gourma (1973-1999-2010)

- **Confrontation des résultats avec ceux issus des travaux antérieurs sur le Gourma (Mali)**

Il n'existe pas à proprement parler de travaux couvrant le Gourma tel que nous l'avons abordé dans ce travail. Le travail de cartographie de l'occupation et de l'utilisation du sol mené par l'USGS et Agrhymet a permis de produire des cartes couvrant une bonne partie du Mali, incluant le Gourma malien.

Seule la carte de l'occupation du sol de l'année 2000 **(Figure n°5.9**) a pu être utilisée pour une confrontation avec nos résultats. Cette carte met en évidence les contrastes entre le Sud-ouest et le nord-est du Mali. Dans le sud-ouest c'est la savane qui domine alors que le nord est le domaine de la végétation steppique et des sols sableux et rocheux. Une focalisation centrée sur la commune de Hombori fait ressortir la savane arbustive et la steppe, ce qui correspond aux surfaces que nous avons classées dans la catégorie « végétation ouverte ». Les sols dénudés clairs et sombres ainsi que quelques points d'eau sont également présents sur cette carte. Il n'y a donc pas de contradiction flagrante entre notre carte de 1999 et cette carte de 2000. Cependant comme nous l'avons vu précédemment, la généralisation opérée pour réaliser cette carte à une échelle régionale occulte certaines nuances perceptibles au niveau micro-régional. Ainsi, les cartes que nous avons élaborées contribuent à une meilleure connaissance de l'état de l'occupation du sol à l'échelle micro-régionale en ce qui concerne en particulier la densité du couvert végétal à un instant donné. Or comme nous l'avons vu précédemment, c'est bien la densité du couvert ligneux qui a évolué au cours de ces quarante dernières années.

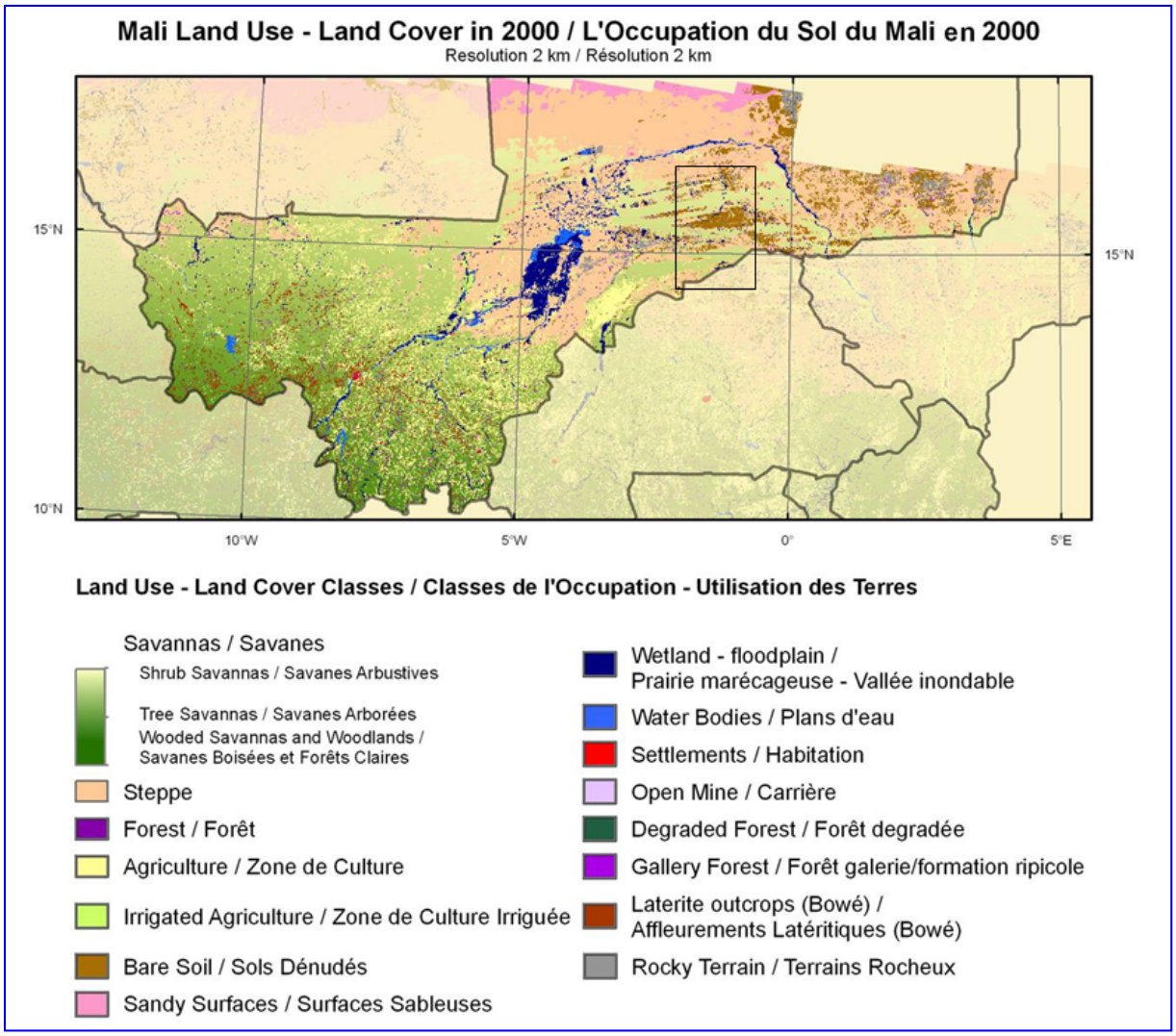


Figure n°5. 9: Occupation du sol du Mali en 2000. (Source : USGS/Agrhymet)

5.1.3 Occupation du sol dans la région du Fakara (Niger)

L'analyse de la carte d'occupation du sol de 1973 **(Figure n°5.10)** montre un contraste très marqué entre le nord et le sud de la région. Suivant de fait le gradient bioclimatique, la végétation de la partie sud se distingue nettement de celle présente dans la partie nord. En effet, nous observons sur cette carte une végétation dense qui occupe le sud du Niger. Cette végétation couvre, en particulier, le nord du Parc du W, une aire protégée mise en place en 1954. Plus on va vers le nord, plus la végétation est ouverte et peu dense.

Dans la partie nord, les formations de végétation ouverte sur sols clairs ou sombres dominent. Par ailleurs, les sols clairs, d'une part, et les sols sombres, de l'autre, alternent. En dehors du fleuve Niger, on n'observe pas de points d'eau de surface en 1973. Globalement, la végétation couvre alors plus de 60 % de l'espace cartographié, les sols nus qu'ils soient clairs ou sombres occupant environ 35 à 40 % de l'espace.

Sur la carte relative à 2000-2001[31] **(Figure n°5.11)**, le contraste nord-sud correspondant au gradient bioclimatique se maintient. Dans cette structure générale, la limite du parc accélère ce gradient avec une végétation plus dense et plus homogène dans sa limite sud. Dès que l'on franchit vers le nord les limites du Parc du W, assez brusquement la végétation devient nettement plus ouverte et les sols nus clairs qui occupent de plus en plus d'espace. Globalement, la végétation fermée occupait en 2000-2001 moins de 10 % de l'espace. Concernant les sols nus, ils occupent en 2001 entre 45 à 50 % de la surface représentée tout comme la végétation ouverte.

Des années 1970 à l'année 2010, la seule formation végétale stable à chaque date est la végétation fermée localisée dans le sud de l'espace cartographié. La présence du Parc du W contribue fortement à cette stabilité de la végétation fermée. La carte d'occupation du sol de 2010 montre une importante fragmentation de la végétation. La végétation ouverte en particulier apparaît très fragmentée entre les années 1970 et la fin des années 1990. En 2010 **(Figure n°5.12)**, elle a laissé place à des espaces de sols nus clairs et sombres. Globalement, moins de 10 % de l'espace cartographié est occupé par la végétation fermée. Occupant plus de 50 % de l'espace cartographié, les sols nus ont connu une nette progression au détriment de la végétation ouverte.

[31] L'absence de données couvrant l'année 1999 (*particulièrement les images de début de saison sèche: octobre, novembre et décembre)* dans cette partie nous a contraint à choisir des images de 2000 et 2001.

Figure n°5.10: Occupation du sol dans la région du Fakara en 1973

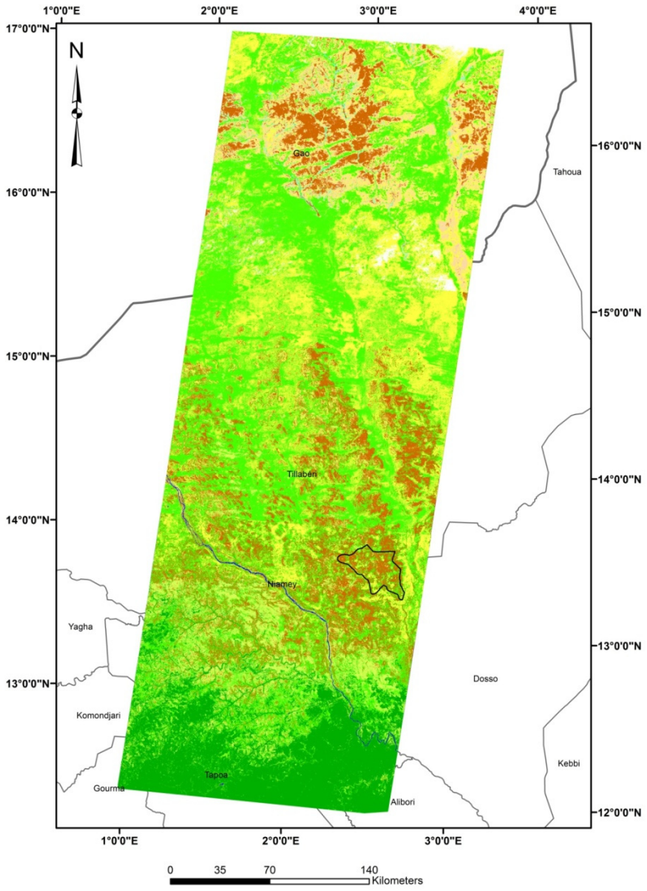


Figure n°5.11 : Occupation du sol dans la région du Fakara en 2000-2001

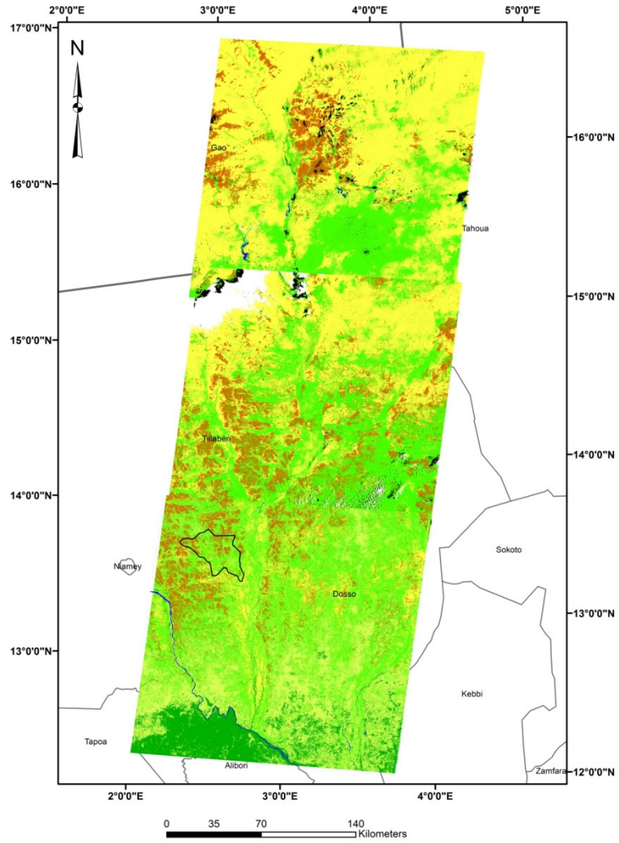
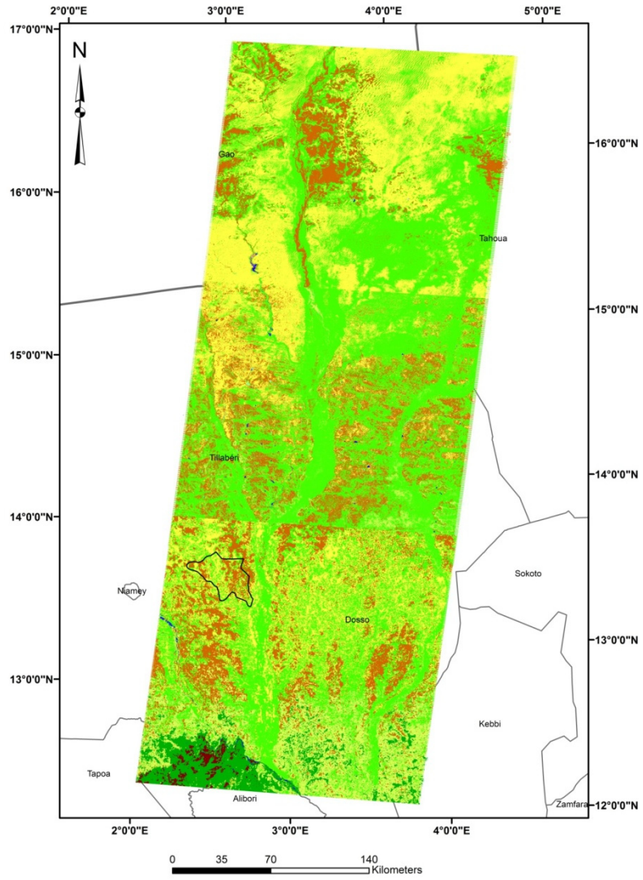


Figure n°5.12: Occupation du sol dans la région du Fakara en 2010



Types d'occupation du sol

- Végétation ouverte sur sols sombres
- Végétation ouverte sur sols clairs
- Végétation fermée
- Végétation de zones humides
- Feux de brousse
- Sols sombres
- Sols argilo-sableux
- Sols clairs
- Eau
- Nuages
- Ombres

Limites

- Frontières
- Site d'étude

UTM-Zone 31 Nord

Sources:
Frontières: www.diva-gis.org
Occupation du sol: Images Landsat (glovis.usgs.org/earthexplorer.usgs.org)

Figure n°5. 10, 11, 12: Occupation du sol dans le Fakara (1973-2000-2001-2010)

- **Confrontation des résultats avec ceux issus de travaux antérieurs sur le Fakara (Niger)**

Par souci de cohérence, nous avons utilisé les mêmes types de données - USGS et Agrhymet - pour les trois micro-régions afin de faire notre analyse critique. Dans le Fakara du Niger, on observe que :

- En 1975 et en 2000 **(Figures n°5.13 et n°5.14),** l'occupation du sol dans le Fakara du Niger était dominée majoritairement par une végétation de type « steppe » très discontinue. Les seules formations de savane arborée et arbustive sont localisées au niveau du Parc du W. Ce résultat est en accord avec nos observations dans cette partie du Niger.
- D'après les cartes de l'USGS, les steppes et les savanes ont connu une diminution de 3,4 % à 16,2 % entre les périodes de sécheresse de 1970 et 1980.
- Ces cartes incluant l'utilisation du sol, l'agriculture est citée comme étant la principale cause de l'ouverture et de la fragmentation du couvert végétal. Entre 1975 et 2000, les surfaces occupées par l'agriculture pluviale auraient ainsi progressé d'un peu plus de 42 %.

Comme dans les cas précédents, ces cartes restent très généralistes. Elles ne rendent pas compte de certains détails, pourtant significatifs, à l'échelle micro-régionale. Par exemple, la distinction entre les sols clairs et les sols sombres est éludée en raison de l'échelle d'étude des cartes de l'USGS et d'Agrhymet. Par ailleurs, d'après Nutini *et al*. (2013), qui ont effectué une cartographie de l'occupation du sol à partir de données Landsat entre 2000 et 2007, il apparaît que la végétation naturelle a connu une phase de diminution dans le Fakara[32] **(Figure n° 5.15)**. Bien que les méthodes utilisées pour la cartographie soient différentes, les résultats de cette étude en accord avec nos observations dans cette partie du Niger notamment parce que les données utilisées et l'échelle d'étude sont concordantes.

[32] Dans les Dallol Bosso, ces auteurs notent une augmentation des surfaces cultivées

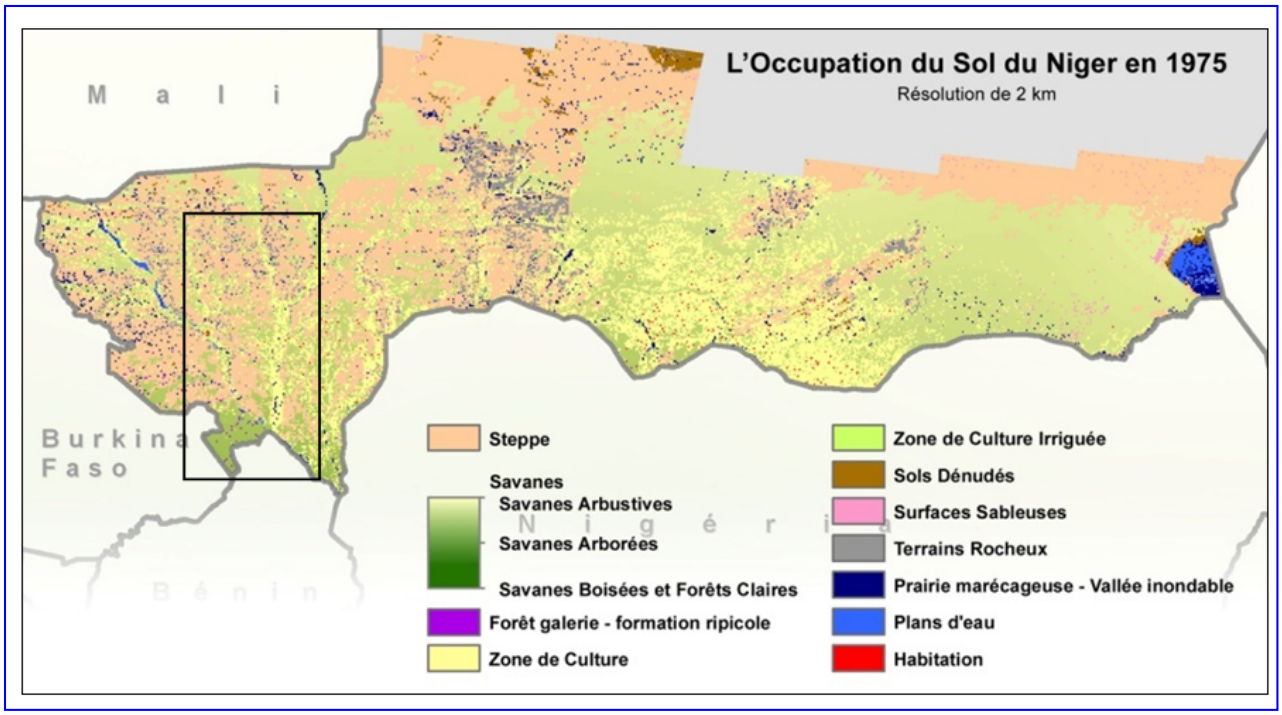


Figure n°5. 13: Occupation du sol du Niger en 1975. (Source : USGS/Agrhymet

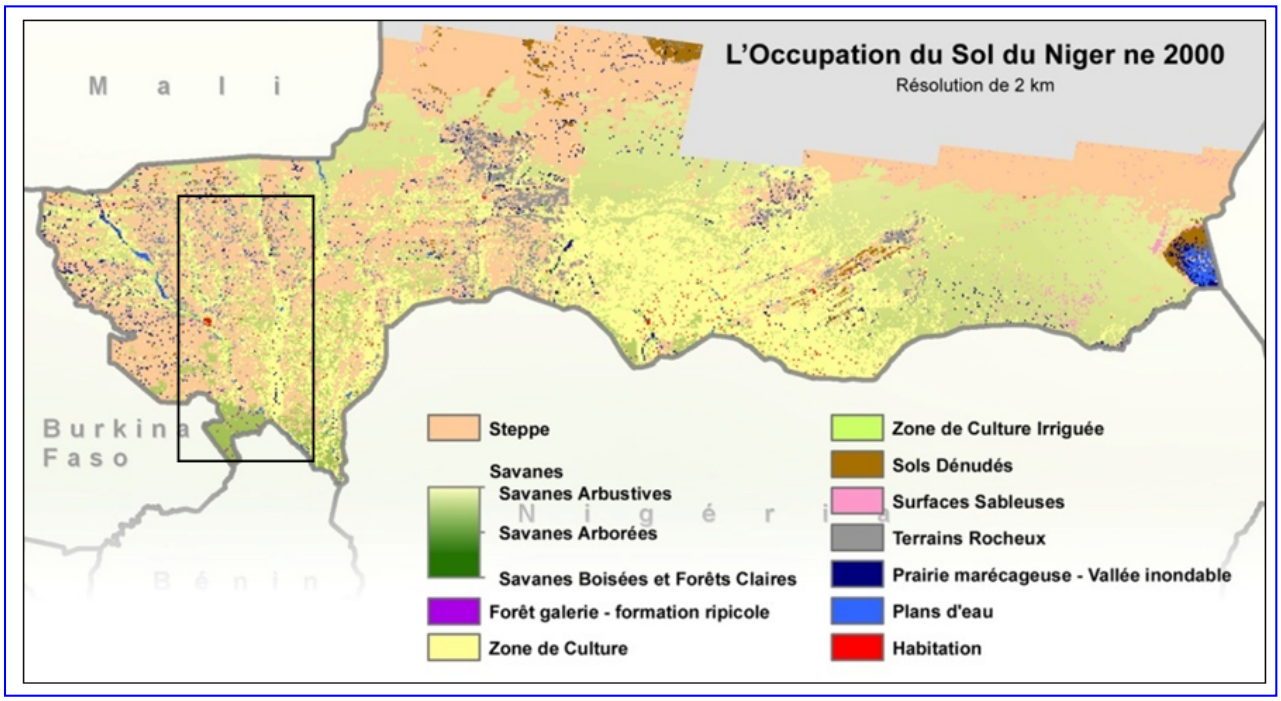


Figure n°5. 14: Occupation du sol du Niger en 2000. (Source : USGS/Agrhymet)

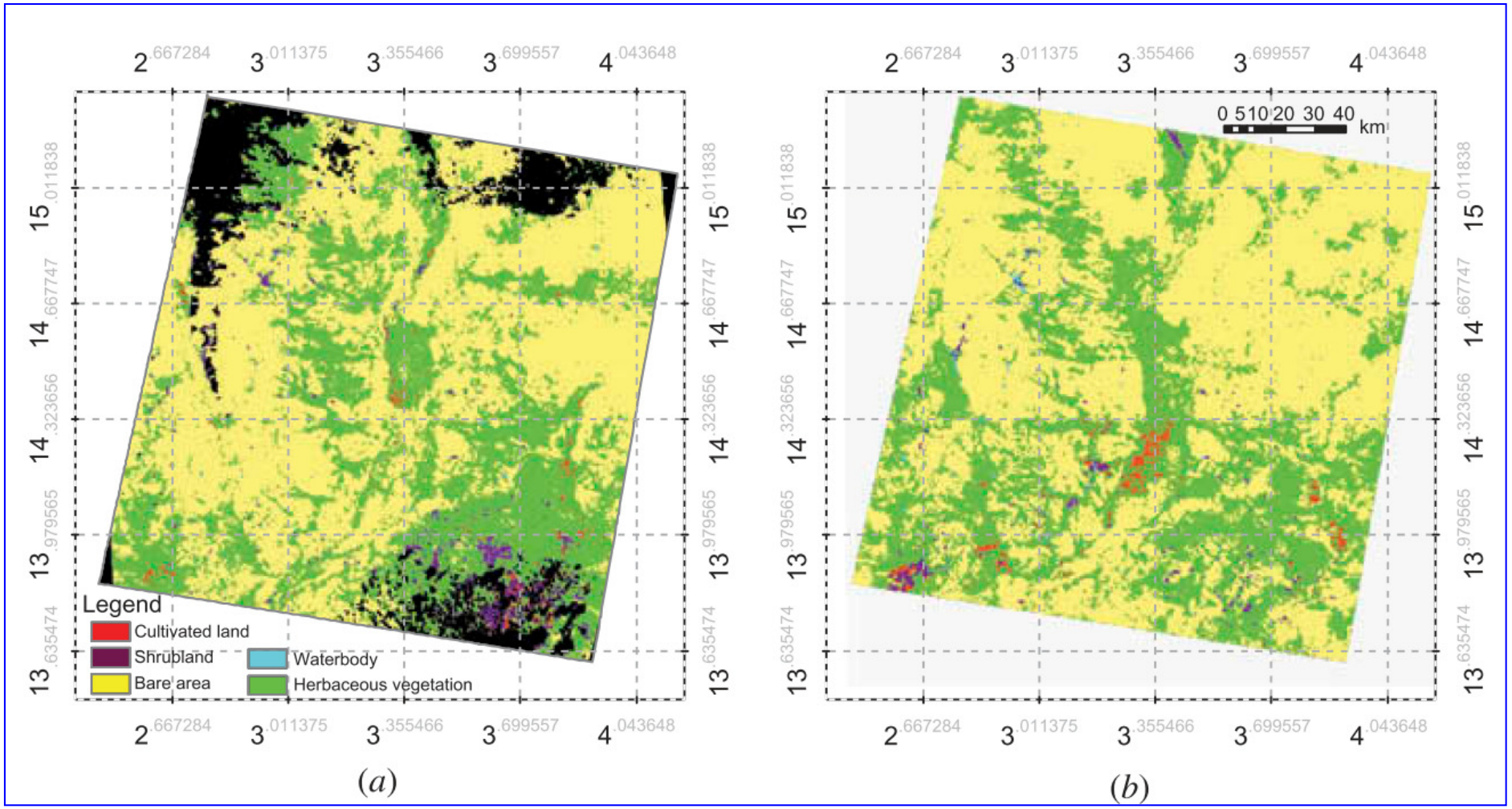


Figure n°5. 15: Cartes d'occupation du sol, pour les années 2000 (a) et 2007 (b) dans le Fakara nigérien. Les zones noires représentent des zones sans - données (Source : Nutini et al, 2013)

5.2 Résultats de la cartographie de l'occupation du sol à l'échelle locale

Varier les échelles d'étude permet de mieux comprendre et de mieux rendre compte des dynamiques qui s'opèrent au sein d'un anthroposystème. C'est l'une des raisons pour lesquelles nous avons focalisé notre analyse sur certains sites bien documentés de nos ensembles micro-régionaux. Il s'agit des communes de Hombori (Gourma malien), de Téssékré (Ferlo sénégalais) et de Dantiandou (Fakara nigérien). L'existence de travaux cartographiques effectués par des chercheurs du programme ECliS nous permettra ainsi de confronter nos résultats avec les leurs pour ce qui est des changements d'occupation du sol.

Pour cette étude à échelle plus fine, nous avons utilisé les mêmes types d'images (Landsat), à partir desquelles nous avons effectué les cartes d'occupation du sol à l'échelle régionale. À l'échelle locale nous avons pu faire un travail plus fin de cartographie et de quantification dans l'optique de mettre en évidence les différentes séquences qui marquent l'évolution des catégories retenues d'occupation du sol.

5.2.1 Occupation du sol à l'échelle de la commune de Téssékré (1973-1999-2010)

Après avoir appliqué la méthode de classification par Nuées Dynamiques, on obtient les résultats suivants pour la commune de Téssékré:

- En 1973 **(Figure n°5.16)** l'occupation du sol dans la commune de Téssékré était largement dominée par de la végétation fermée. La végétation ouverte couvrait une petite portion de l'espace dans la partie est de la commune. Il existait, à cette époque, très peu de surfaces entièrement dénudées.

- En 1999 **(Figure n°5.17),** on observe la disparition de la végétation fermée qui laisse la place à d'importantes surfaces occupées par de la végétation ouverte sur sols clairs. De ce fait, en 1999, l'occupation du sol à Téssékré est largement dominée par de la végétation ouverte sur sols clairs, les surfaces de sols nus clairs ayant par ailleurs un peu progressé par rapport à 1973.

- En 2010 **(Figure n°5.18),** hormis des traces de feux de brousse au centre de la commune, on n'observe peu de changement de la couverture du sol. La végétation ouverte sur sols clairs reste largement dominante. Quelques nouveaux espaces de sols nus sont notables de part et d'autre du site.

Figure n° 5.16: Occupation du sol à l'échelle locale en 1973 (Téssékré)

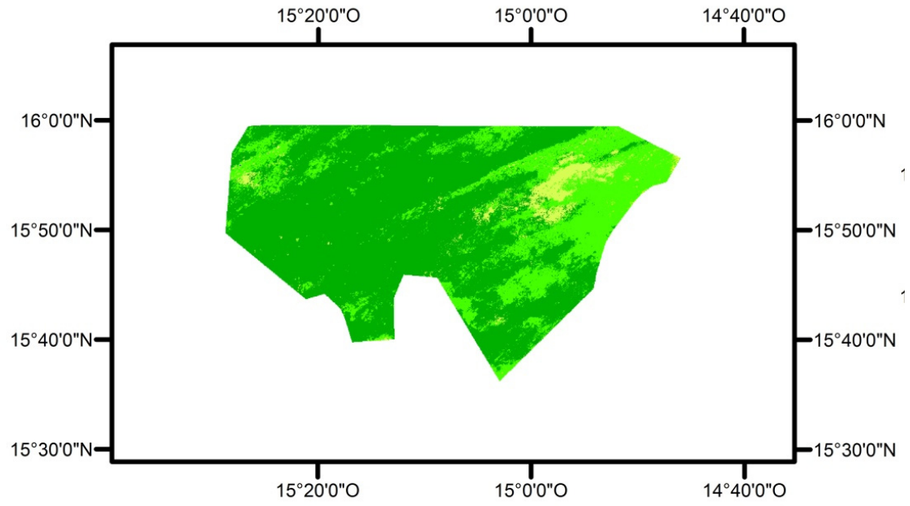


Figure n° 5.17: Occupation du sol à l'échelle locale en 1999 (Téssékré)

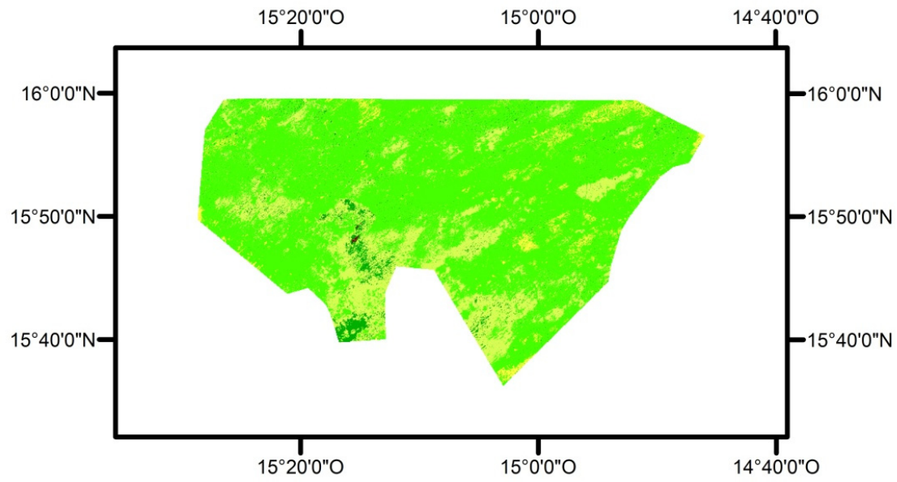
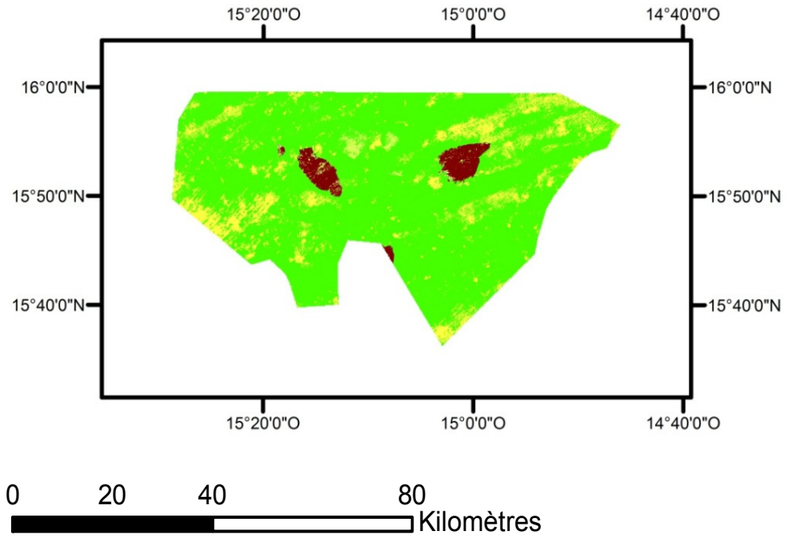


Figure n° 5.18: Occupation du sol à l'échelle locale en 2010 (Téssékré)



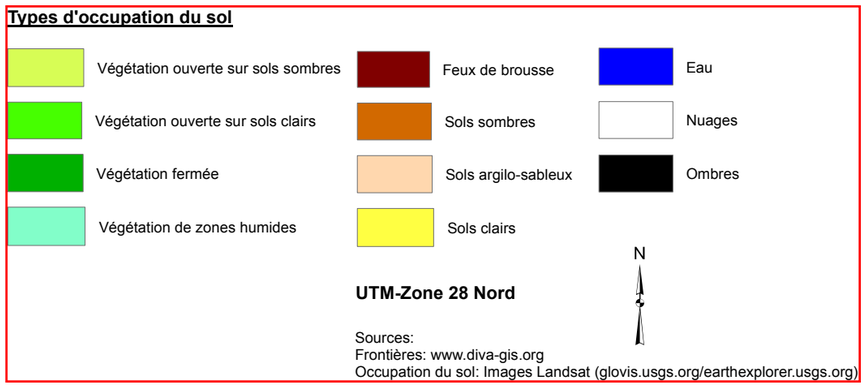


Figure n°5. 16, 17, 18: Occupation du sol à l'échelle de Téssékré (1973-1999-2010)

En procédant à la quantification des différents types d'états de surface à Téssékré **(Figure n°5.19**), on observe que la végétation fermée occupait un peu plus de 145 000 ha en 1973 contre seulement 5 800 ha en 1999. En 2010, la végétation fermée a complètement disparu. Concernant la végétation ouverte sur sols sombres, elle était de 8 100 ha en 1973 contre 39 800 ha 1999. Les surfaces occupées par la végétation ouverte sur sols nus clairs ont progressivement augmenté en passant de 51 000 ha en 1973 à 151 700 ha en 1999. En 2010, elle occupait plus de 169 000 ha.

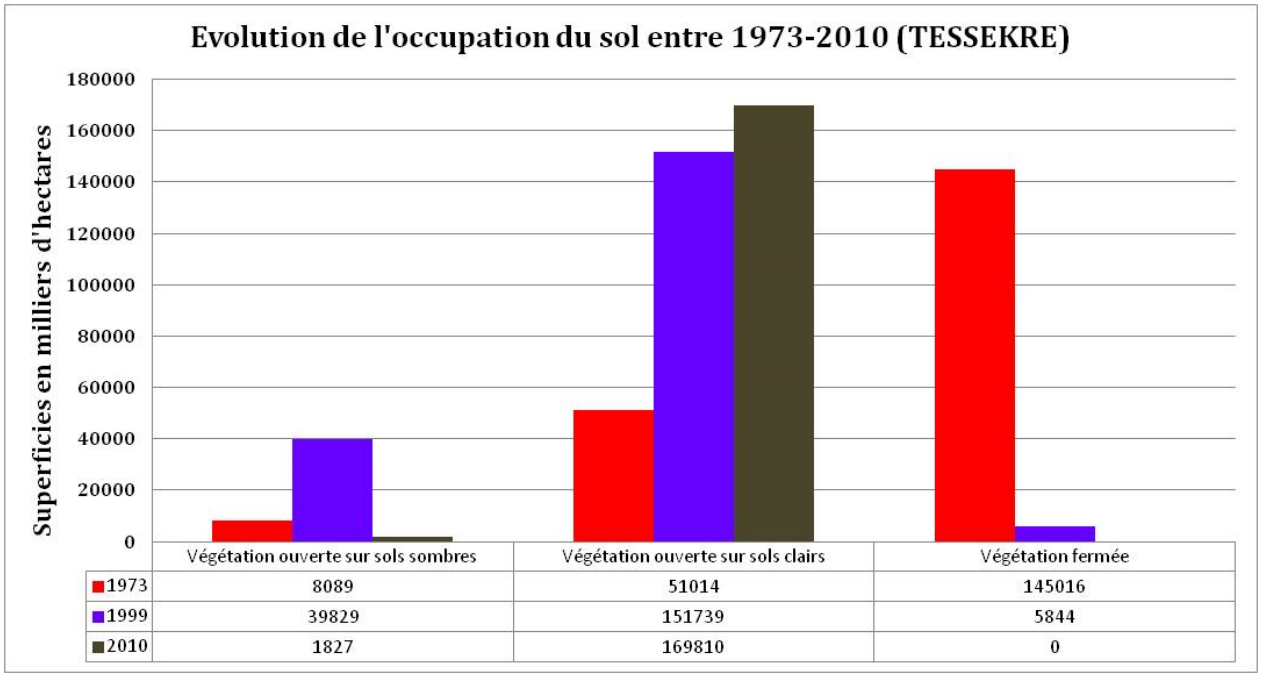


Figure n°5. 19: Evolution de l'occupation du sol entre 1973- 2010 (Téssékré)

- **Confrontation des résultats avec ceux issus des travaux antérieurs sur la commune de Téssékré (Ferlo, Sénégal)**

Nous nous sommes référés aux travaux effectués par Touré *et al*. (2010) pour faire cette analyse critique des résultats obtenus au sujet de l'occupation du sol à Téssékré. Les cartes **(Figures n°5.20, n°5.21, n°5.22, n°5.23),** avaient pour but, dans la logique du programme ECliS, d'étudier l'évolution de l'utilisation du sol dans le Ferlo en vue d'élaborer des indicateurs de vulnérabilité. Les données ayant permis ce travail proviennent du site de Global Landcover Facility *(GLCF)*[33]. Les images Landsat MSS et TM sont les principales sources que ces auteurs ont utilisées. La méthode utilisée se base sur une interprétation visuelle des compositions colorées issues des images Landsat suivie d'études de terrain dans l'optique d'établir une typologie de types de paysages.

[33] **GLCF :** Global Landcover Facility, est un centre de recherche scientifique axé sur les recherches faisant usages des produits satellites de télédétection dans le but d'étudier les changements locaux et globaux de la couverture du sol. http://www.landcover.org/

Les résultats de ce travail mettent en évidence les deux grands types de paysages : les paysages agricoles correspondant aux sols nus et des paysages de parcours essentiellement dominés par la steppe qu'elle soit arborée ou arbustive. Entre 1973 et 2007 **(Figures n°5.20, n°5.21, n°5.22, n°5.23),** les cartes produites par Touré *et al*. (2010) font état d'une régression de la steppe arborée, et d'une progression de la steppe arbustive ce qui concorde assez bien avec nos résultats.

Figure n° 5.20: Occupation du sol à l'échelle locale en 1973, Téssékré (Source : I.Touré et al, 2010)

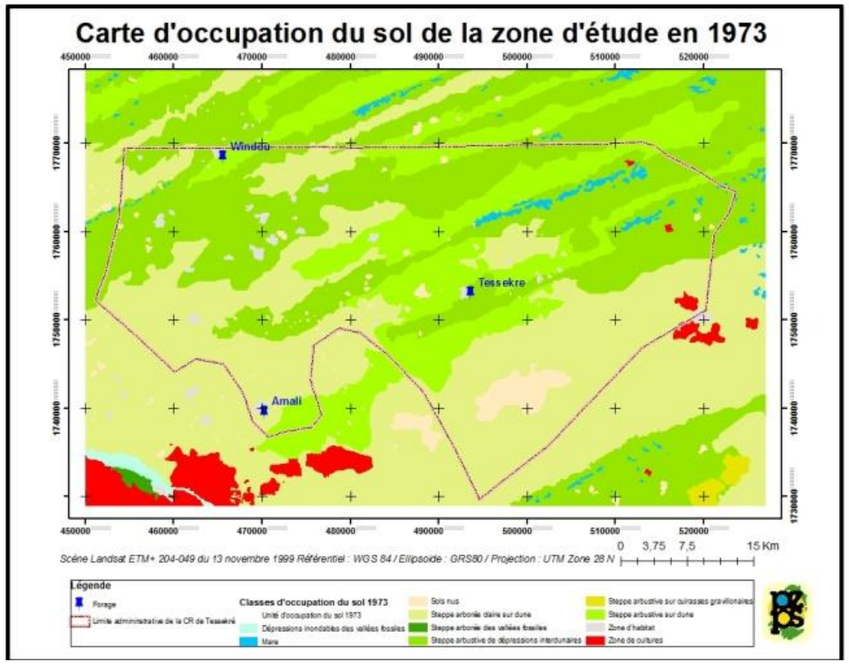


Figure n°5.21: Occupation du sol à l'échelle locale en 1988, Téssékré (Source : I.Touré et al, 2010)

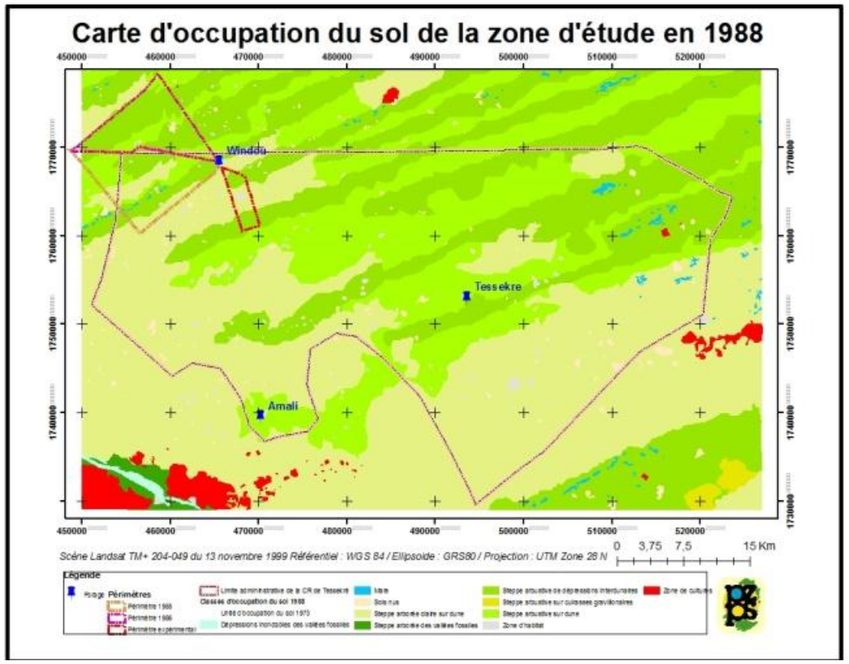


Figure n°5.22: Occupation du sol à l'échelle locale en 1999, Téssékré (Source : I.Touré et al, 2010)

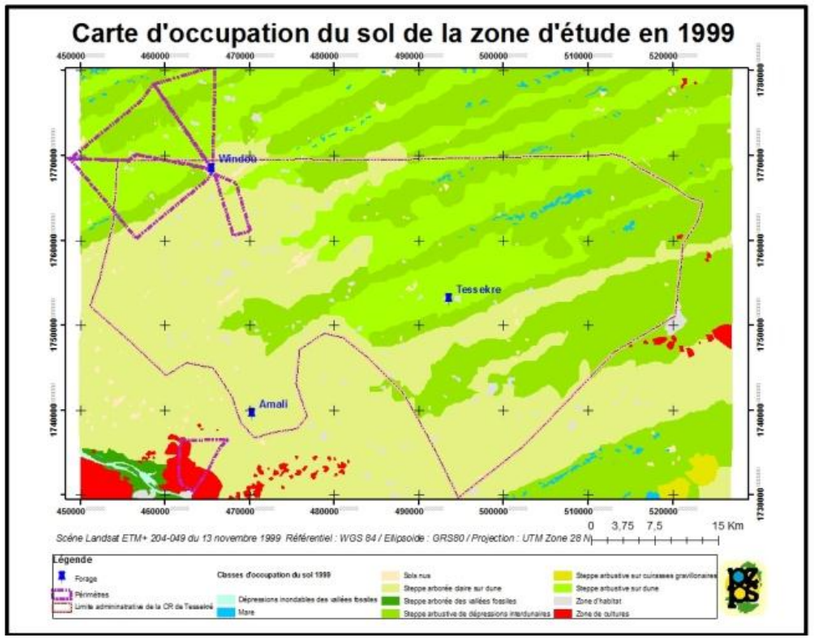


Figure n°5.23: Occupation du sol à l'échelle locale en 2007, Téssékré (Source : I.Touré et al, 2010)

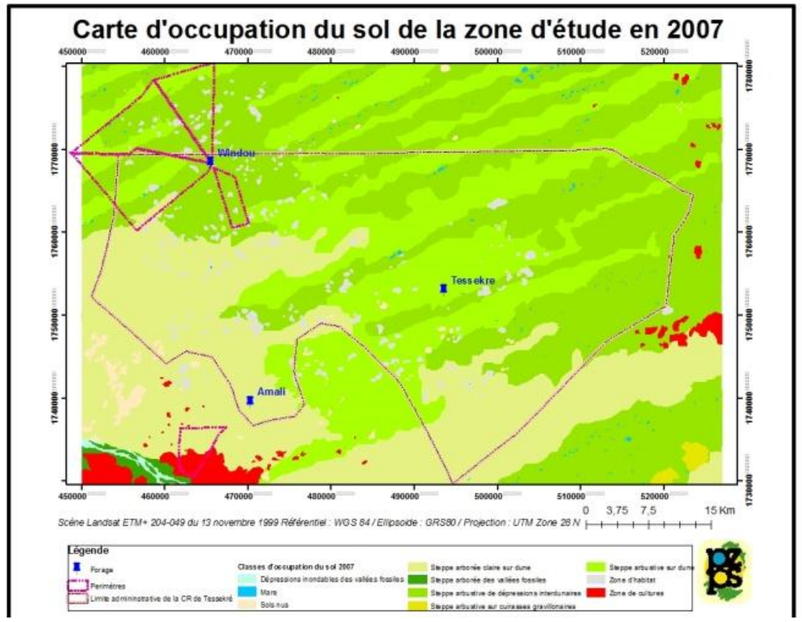


Figure n°5. 20, 21, 22, 23: Occupation du sol à l'échelle locale, Téssékré (Source: I.Touré et al, 2010)

5.2.2 Occupation du sol à l'échelle de la commune de Hombori (Gourma, Mali)

La vaste commune de Hombori (Gourma malien) a longtemps constitué un site-observatoire pour cette partie du Mali, où plusieurs programmes de recherche se sont relayés (dont ILCA 1984-1995, AMMA depuis 2001, ANR ECliS 2009-2012, ANR ESCAPE 2011-2014).

Nos analyses des images satellite centrées sur la commune de Hombori ont abouti aux résultats suivants :

- En 1973 **(Figure n°5.24)**, l'occupation du sol était majoritairement constituée par de la végétation ouverte sur sols clairs. Cette végétation ouverte sur sols clairs était localisée essentiellement dans les zones dunaires sableuses. La carte fait également ressortir les sols nus, avec une alternance entre les sols nus clairs en grande partie sableux et les sols nus sombres de types rocheux et cuirassés. Ces sols nus sombres dominent essentiellement la moitié sud-est de la commune. Dans les bas-fonds, on observe la présence d'une formation végétale humide et de quelques points d'eau. Globalement en 1973, environ 60 % de l'espace couvrant la commune était constitué de végétation ouverte et moins de 40 % de sols nus, les points d'eau et la végétation des bas-fonds couvrant moins de 10 % des surfaces.

- En 1999 **(Figure n°5.25),** la végétation ouverte sur sols clairs, en léger retrait globalement, reste largement dominante. Les points d'eau ont augmenté en surface et en nombre de façon très sensible entre 1999 et 1973. Globalement, environ 60 % de l'espace cartographié étaient occupés par la végétation ouverte et 35 % environ par les sols nus.

- En 2010, l'occupation du sol sur Hombori **(Figure n°5.26)** conserve la même configuration. Au nord de la commune, la végétation ouverte sur sols clairs prédomine, au sud et au centre on trouve principalement des sols nus sombres. La végétation dans les bas-fonds humides argileux semble avoir connu une certaine progression. Quant aux points d'eau, ils sont devenus encore plus nombreux et étendus qu'en 1999. Les surfaces couvertes de végétation ouverte sont légèrement supérieures à 60 %, les sols nus clairs et sombres réunis occupant moins de 35 % de l'espace cartographié.

Figure n° 5.24: Occupation du sol à l'échelle locale en 1973 (Hombori)

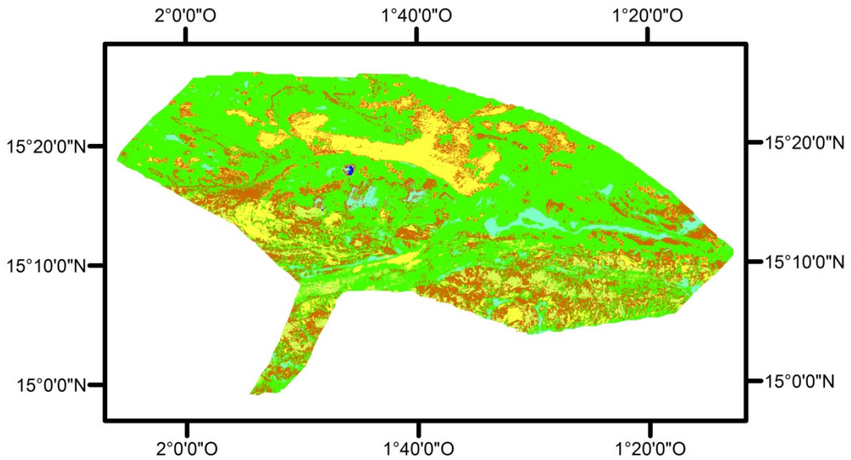


Figure n°5.25: Occupation du sol à l'échelle locale en 1999 (Hombori)

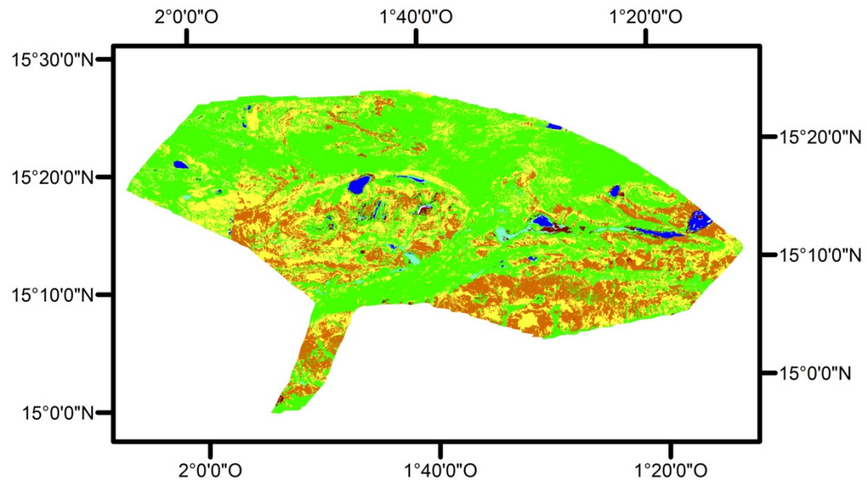
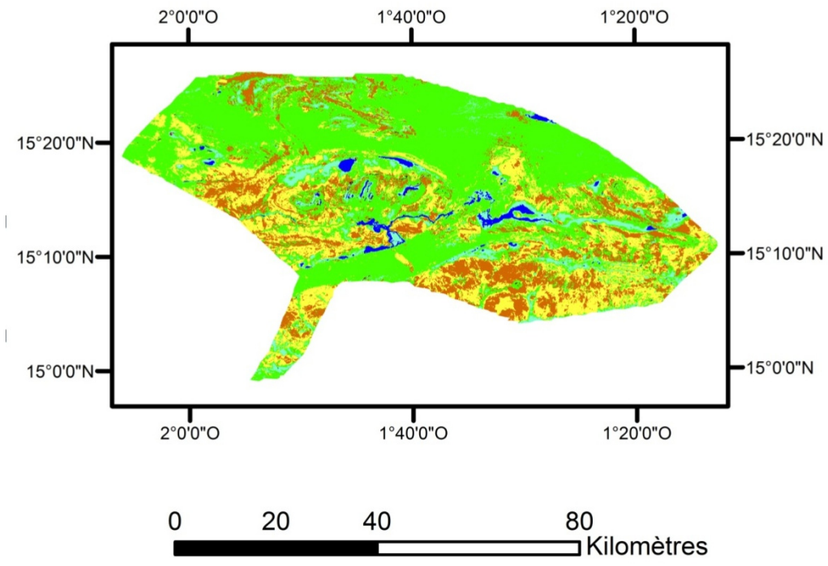


Figure n°5.26: Occupation du sol à l'échelle locale en 2010 (Hombori)



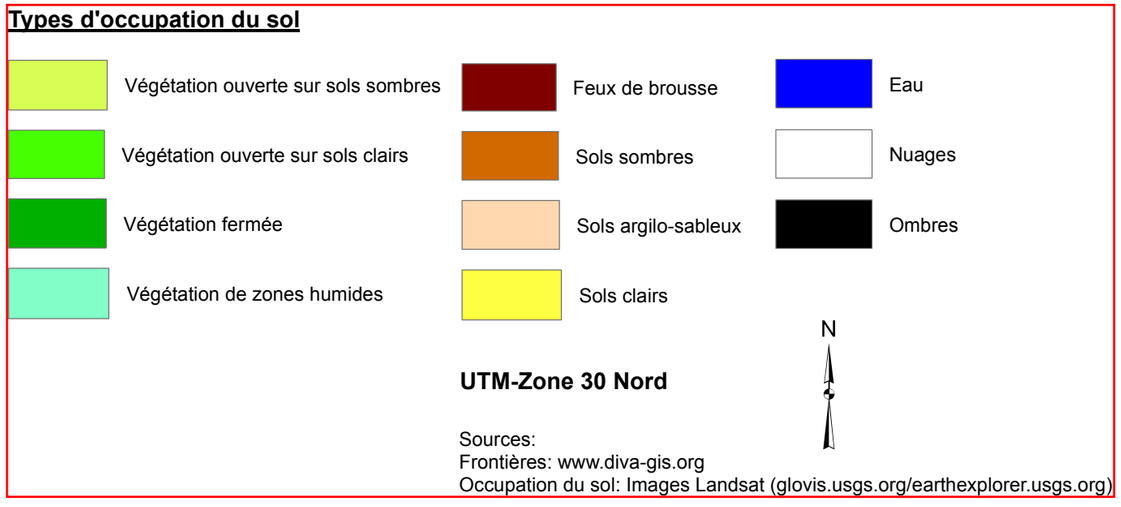
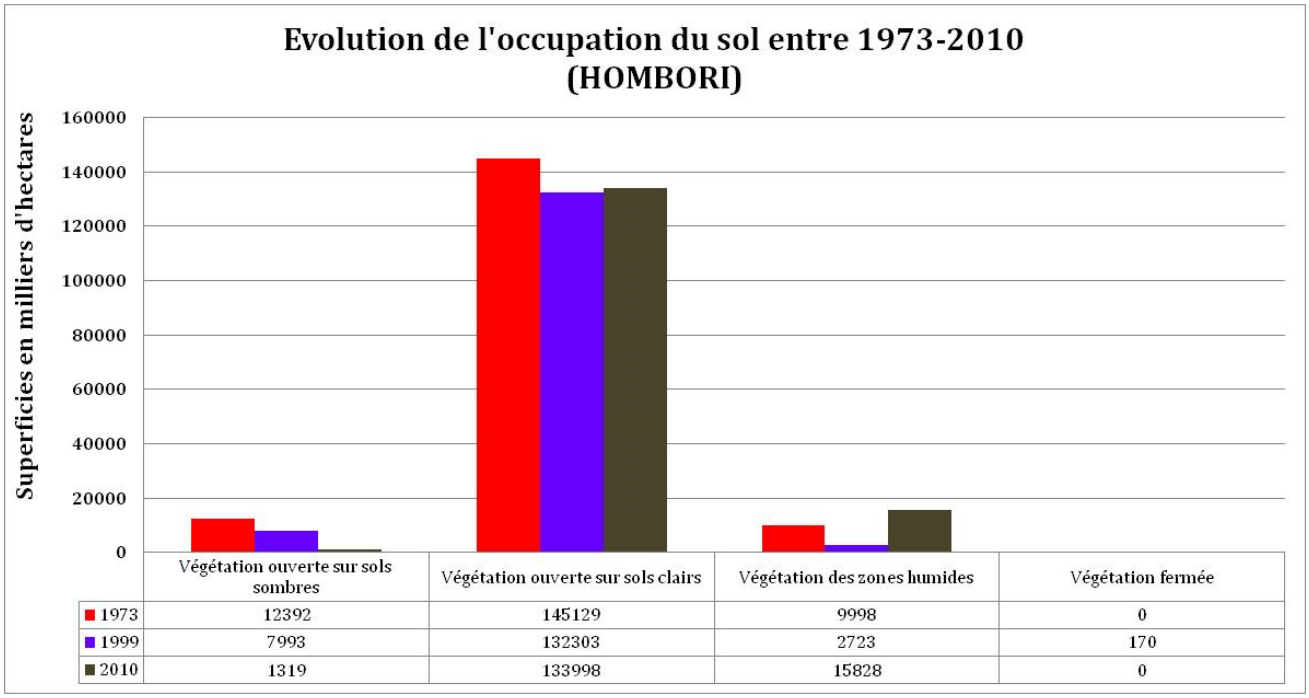


Figure n°5. 24, 25,26: Occupation du sol à l'échelle locale, Hombori (1973-1999-2010)

Pour mieux appréhender l'évolution des différentes catégories d'occupation du sol, nous avons quantifié l'évolution de l'occupation du sol **(Figure n°5.27).** Ces calculs de surfaces ont abouti aux résultats suivants :

La végétation ouverte sur sols clairs est passée d'un peu plus de 145 000 ha en 1973 à 132 300 ha en 1999. Pour l'année 2010, une légère augmentation des surfaces de végétation ouverte est à noter avec près de 140 000 ha. On observe aussi une augmentation de la végétation dans les zones humides qui passent de 10 000 ha en 1973 à plus de 15 800 ha en 2010.

Finalement, on observe que l'occupation du sol dans la commune de Hombori a connu une modification plutôt légère de la végétation ouverte sur sols clairs entre 1973 et 2010. En revanche, les évolutions les plus fortes sont à noter dans les bas-fonds ainsi que dans les autres zones humides où la végétation est en progression notable entre 1973 et 2010.



	Végétation ouverte sur sols sombres	Végétation ouverte sur sols clairs	Végétation des zones humides	Végétation fermée
1973	12392	145129	9998	0
1999	7993	132303	2723	170
2010	1319	133998	15828	0

Figure n°5. 27: Evolution de l'occupation du sol entre 1973-2010 (Hombori)

- **Confrontation des résultats avec ceux issus des travaux antérieurs sur la commune de Hombori (Gourma, Mali).**

La première étude ayant retenu notre attention pour mener cette analyse critique de nos résultats a été faite par Cheula (2009). Quoiqu'ayant lui-aussi travaillé à partir d'images Landsat, sa méthode diffère de la nôtre car, ayant eu accès à des données de réalités de terrain, il a pu procéder à une classification dirigée. L'utilisation de zones d'entraînements lui a également permis de valider la classification.

Ainsi les résultats de la carte d'occupation du sol de 2007 **(Figure n°5.28)** d'Antoine Cheula, sont les suivants :

- Sont mises en évidence plusieurs classes de sols nus sableux allant des dunes aux sables litières. Ces classes correspondent à la catégorie que nous avons dénommée « sols nus clairs ». On observe aussi les sols nus de types cuirasses et grès qui correspondent à ce que nous avons nommé « sol nus sombres » localisés essentiellement dans la moitié sud et au centre de la commune.
- Les types de végétation qui ont été retenus sont la végétation ligneuse sur sable dans les zones dunaires et la végétation ligneuse sur argile, localisée essentiellement dans les bas-fonds. Ainsi les différents types d'occupation du sol mis en évidence par Cheula (2009) représentent un résultat comparable à ceux que nous avons obtenus même si la nomenclature utilisée est beaucoup plus détaillée[34].

[34] La carte d'Antoine Cheula a été produite à partir d'images acquises en plein saison sèche (mars et avril) ce qui permet d'expliquer le faible taux de couverture végétale : en effet, seule la fraction ligneuse de la végétation est détectable à cette période, le tapis herbacé apparaissant à l'état de paille, ce qui explique qu'il ne soit pas détecté comme assimilable à une surface végétalisée. Sur nos cartes, en revanche, nous avons pu mettre en évidence la spécificité du couvert végétal dans les secteurs où la végétation ligneuse domine, quelle que soit la strate considérée, dans la mesure où les images que nous avons utilisées avaient été prises en fin de saison de pluie (octobre, novembre).

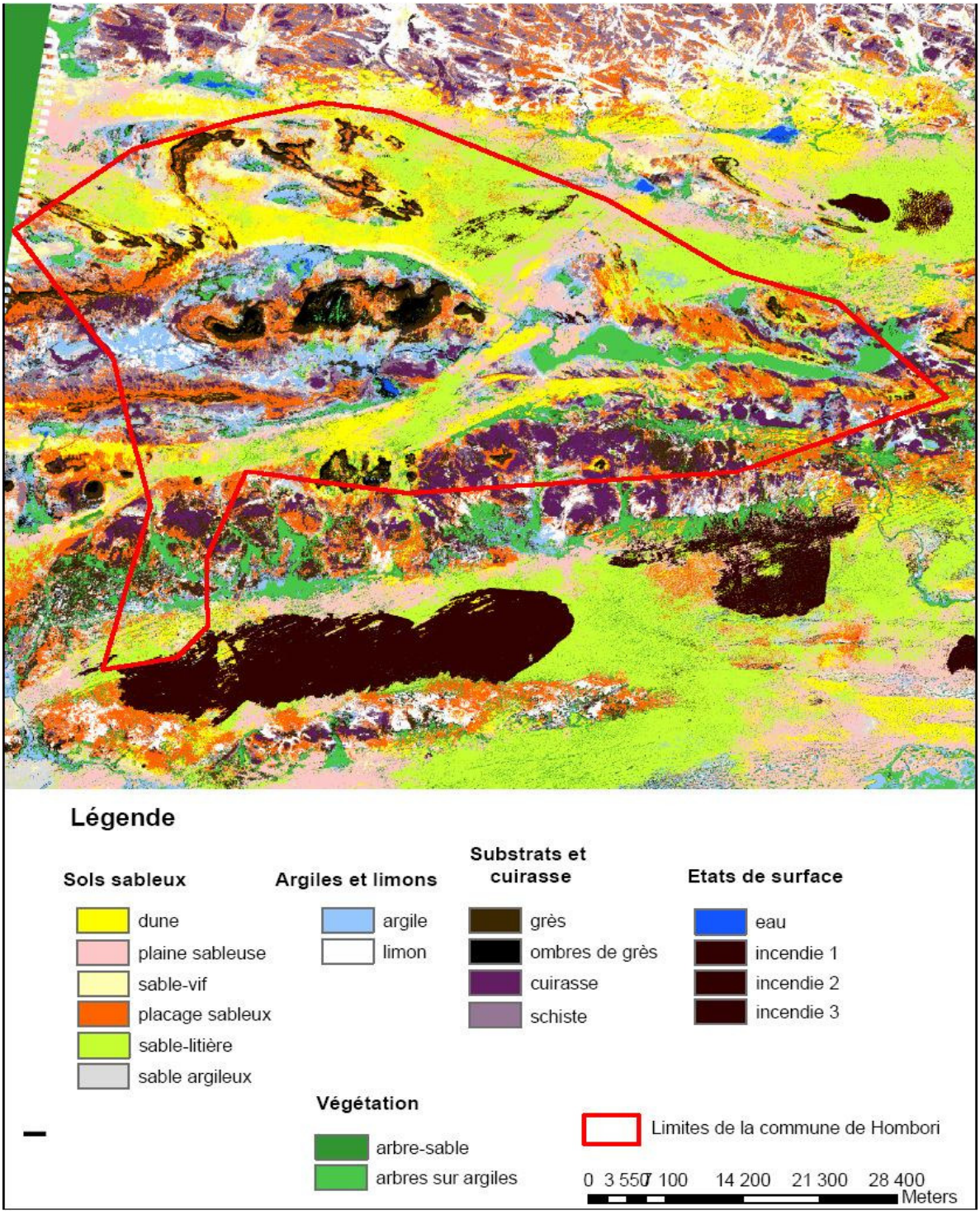


Figure n°5. 28: Carte des types de sol et des états de surface dans la commune de Hombori en 2007 (Source : A Cheula, 2009)

La deuxième carte à partir de laquelle nous avons fait cette analyse critique a été produite par Hiernaux *et al*. (2009). Il s'agit d'une carte produite à partir de la classification d'une image SPOT 4 couplée à une photo-interprétation d'images Landsat et de nombreuses observations de terrain. On observe sur cette carte **(Figure n°5.29)** une classe « forêt ouverte » dans les zones de bas fonds argileux temporairement inondées. Sur nos cartes, cette catégorie correspond à la végétation de zone humide. Les plaines et les dunes sableuses sont essentiellement le domaine de la savane ouverte et arbustive. Ces catégories correspondent à ce que nous avons identifié comme étant de la végétation ouverte sur sols clairs et qui sont majoritairement localisées dans la partie centre-nord de la commune de Hombori. Les cuirasses et les barres rocheuses sur la carte de la **Figure 5.29** correspondent à ce que nous avons appelé « sols sombres » et qui occupent respectivement le centre et le sud-est de la commune de Hombori.

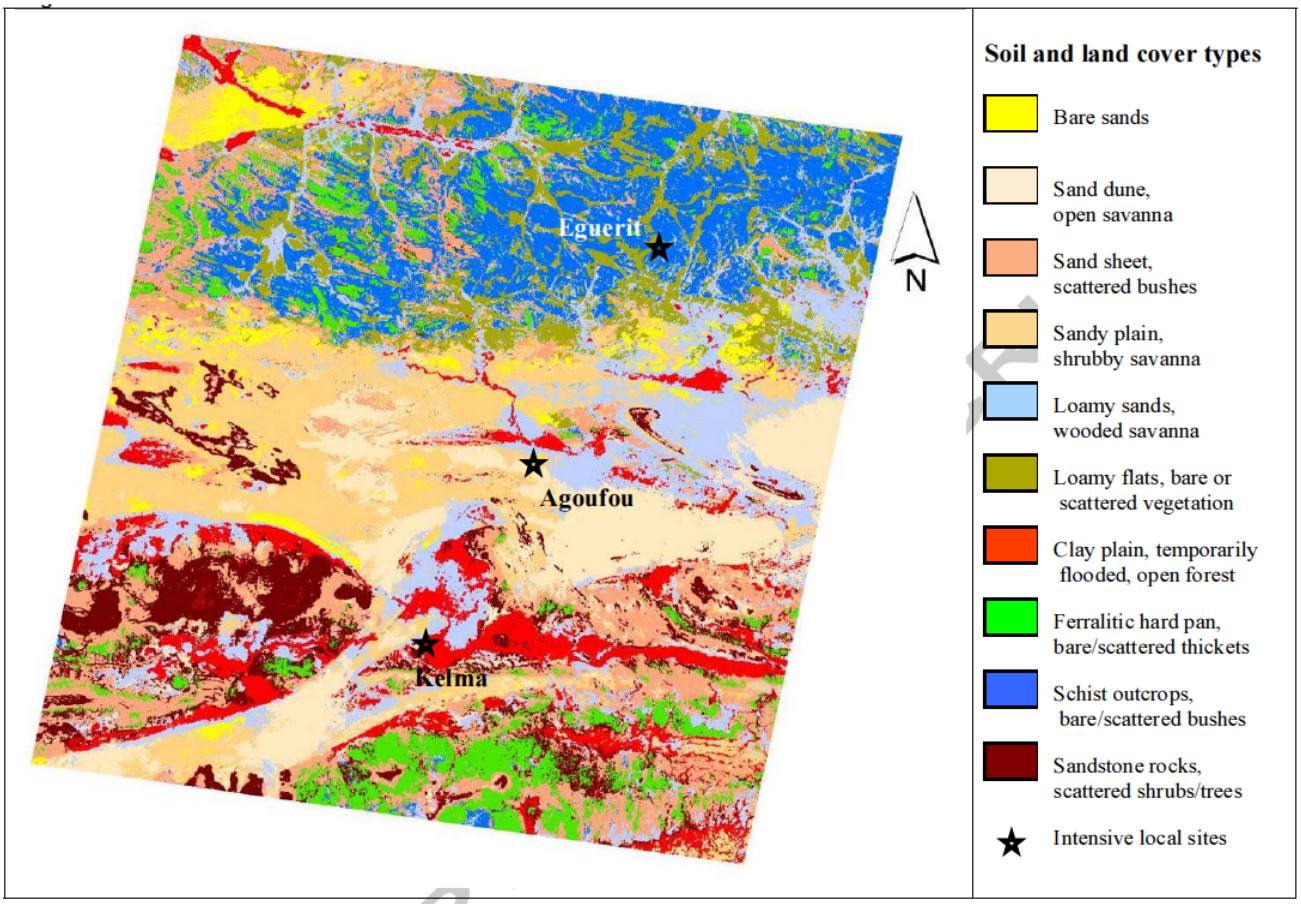


Figure n°5. 29: Carte des types de sol et des états de surface dans la commune de Hombori. (Source : Hiernaux et al, 2009)

À travers cette analyse comparative, nous constatons que les résultats auxquels nous sommes parvenus sont relativement concordants avec ceux des travaux auxquels nous nous sommes référés même si les approches méthodologiques étaient différentes. De plus, les cartes que nous avons produites l'ont été dans une perspective diachronique, couvrant les années 1970, ce qui ne se retrouvait pas dans les travaux antérieurs qui, à Hombori, concernaient généralement une seule date, au cours des années 1990 ou des années 2000[35]. Ainsi, en exploitant une série multidates, les cartes que nous proposons apportent-elles des informations sur l'évolution de l'occupation du sol depuis les années de grande sécheresse de la décennie 1970 jusqu'à la période récente.

5.2.3 Occupation du sol à l'échelle de la commune de Dantiandou (Fakara du Niger)

Sur la commune de Dantiandou, en faisant appel à la même méthode que sur les autres sites, nous observons les résultats suivants :

- En 1973, la carte **(Figure n°5.30)** met en évidence la prédominance d'une végétation ouverte sur sols clairs ou sombres. Concernant les sols nus, les plus sombres sont localisés sur les plateaux alors que les sols clairs sont situés dans les plaines sableuses et argilo-sableuses. Globalement, environ 60 % de la commune étaient couverts de végétation et 40 % environ par des sols nus.

- En 2001 **(Figure n°5.31)**, la végétation ouverte sur sols clairs occupe plus de 70 % de la superficie communale. Quelques fragments de sols nus clairs alternent avec les sols nus sombres des plateaux.

- Concernant l'année 2010 **(Figure n°5.32),** la cartographie de l'occupation du sol révèle une nette prédominance des sols nus clairs qui couvrent près de 70 % des surfaces. Le reste de l'espace est partagé entre les sols nus sombres des plateaux et la végétation ouverte sur sols clairs.

[35] Ces choix s'expliquent par le fait que les cartes ont utilisé des relevés de terrain effectués durent la même période que celle des prises de vue satellite exploitées

Figure n°5.30: Occupation du sol à l'échelle locale en 1973 (Dantiandou)

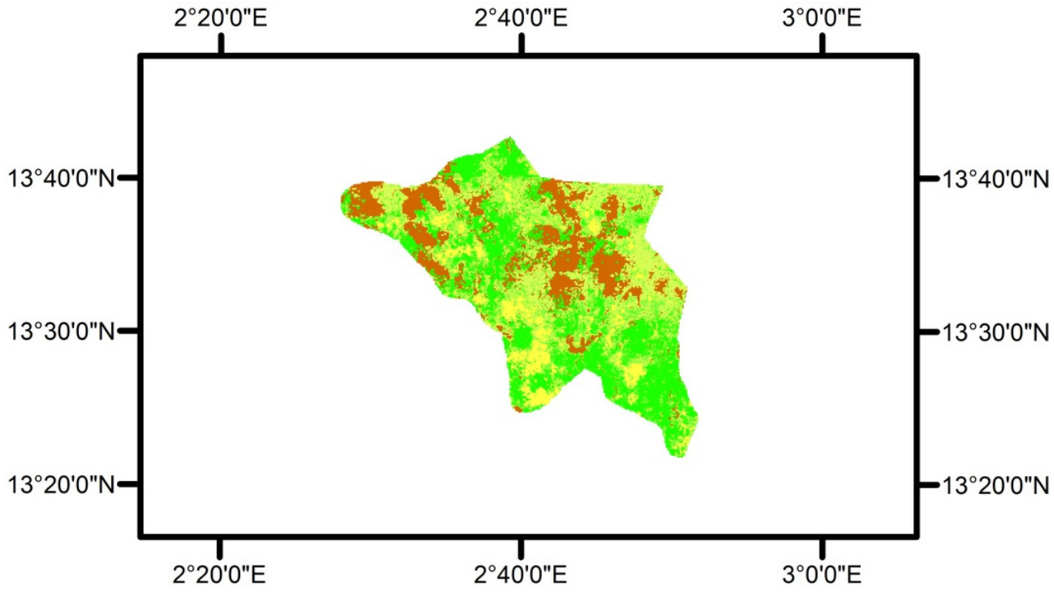


Figure n°5.31: Occupation du sol à l'échelle locale en 2001

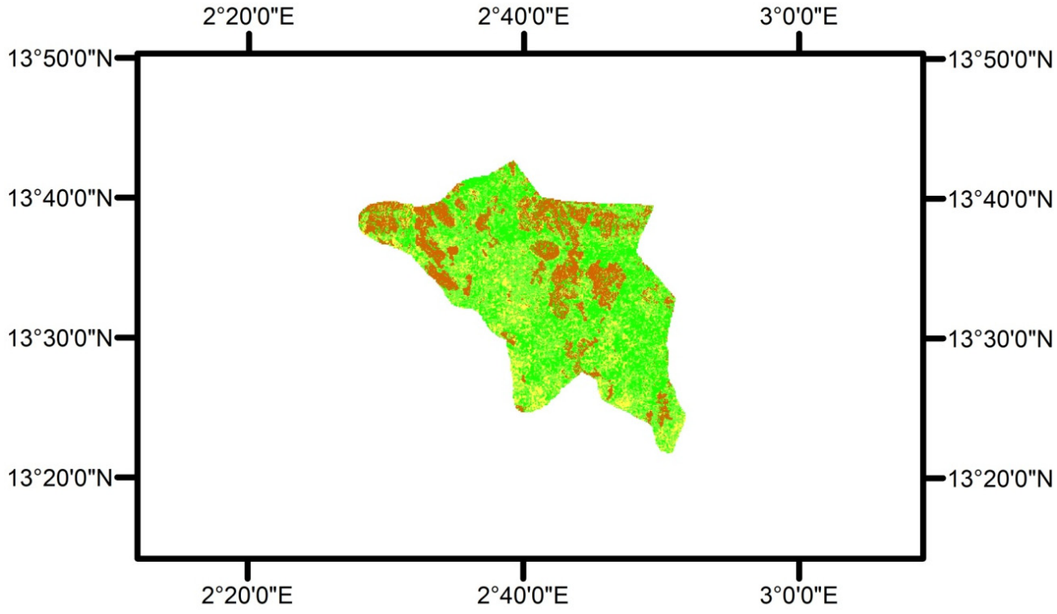
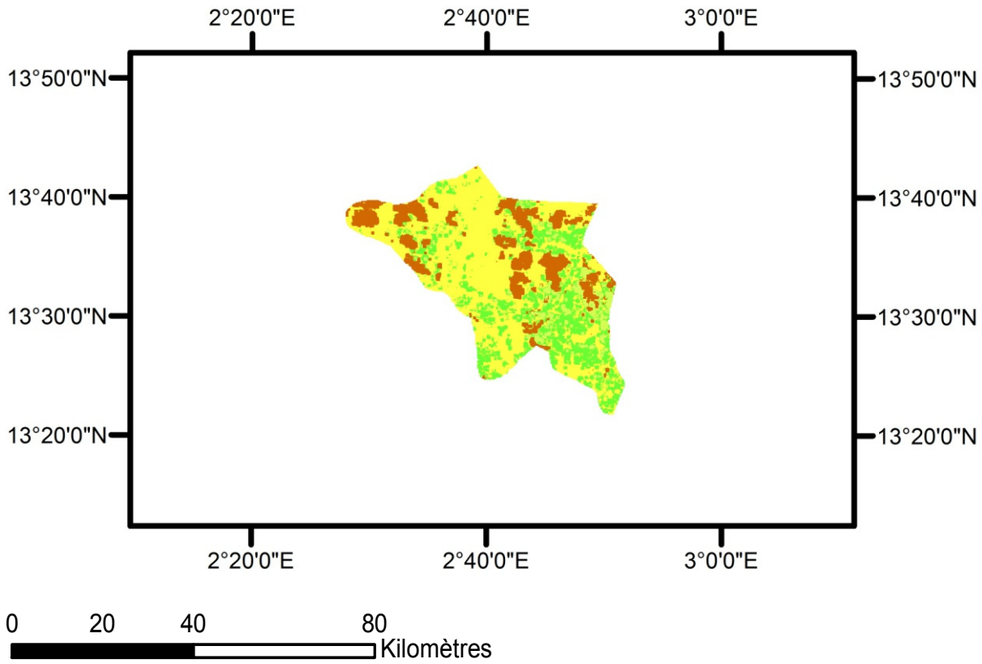


Figure n°5.32: Occupation du sol à l'échelle locale en 2010 (Dantiandou)



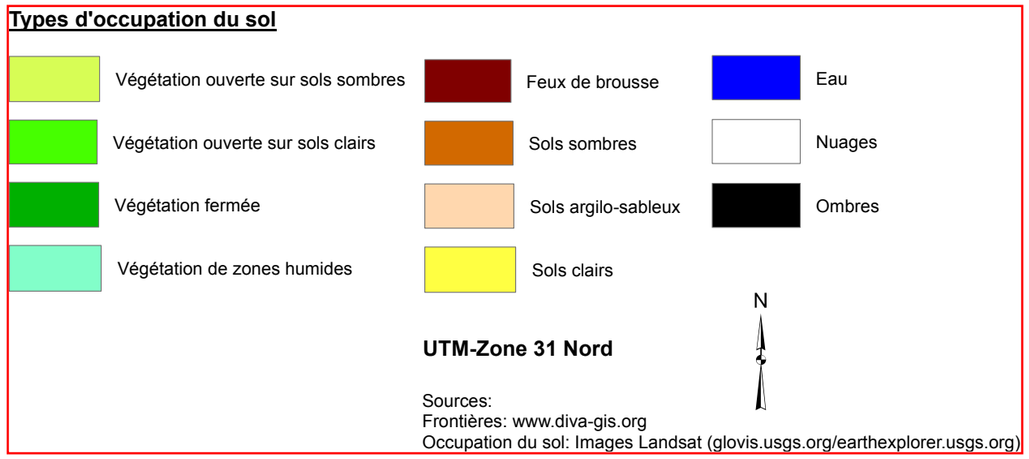


Figure n°5. 30, 31, 32: Occupation du sol à l'échelle locale, Dantiandou (1973-2001-2010)

Avec la quantification de résultats de Diantiandou, nous obtenons **(Figure n°5.33)** :

- Une régression importante de la végétation ouverte sur sols sombres. Cette classe est passée de 21 800 ha en 1973 à 4 700 ha en 2010.

- Une progression de la végétation ouverte sur sols clairs entre 1973 et 2001 qui passe de 32 900 ha en 1973 à 46 400 ha en 2001, en régression importante entre 2001 et 2010, à 18 600 ha soit une réduction de plus de 50 %.

Par ailleurs, si l'on adopte une autre grille de lecture, cette importante réduction de la végétation ouverte sur sols clairs se traduit par une progression des surfaces de sols nus clairs. Ainsi, dans cette partie du Fakara nigérien, les sols nus clairs sont passés de 8 100 ha en 1973 à 41 600 ha en 2010. Sachant que les sols nus notamment les plus clairs dans cette région, sont cultivés pendant la saison des pluies, on peut très vite formuler une hypothèse sur la régression importante des surfaces végétalisées au profit de ce qui apparaît comme des sols nus clairs, notamment en début de saison sèche.

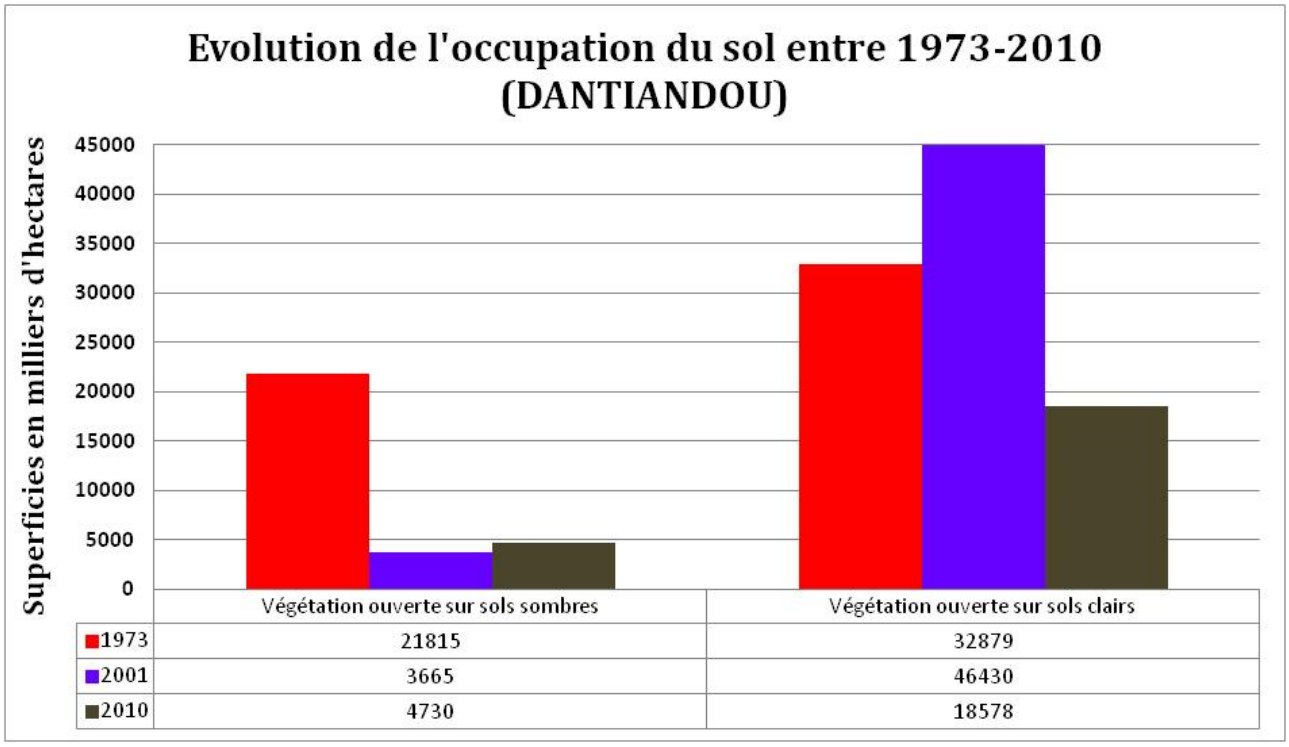


Figure n°5. 33: Evolution de l'occupation du sol entre 1973-2010 (Dantiandou)

- **Confrontation des résultats avec ceux issus des travaux antérieurs sur la commune de Dantiandou (Fakara, Niger).**

Pour Dantiandou, nous nous sommes référés, pour notre analyse critique, aux cartes produites par Mamane (2009) et par Souley Yéro (2013). Les premières ont été produites selon une approche basée sur de la photo-interprétation, tandis que les secondes ont été réalisées par classification dirigée.

Entre 1975 et 2006, les cartes d'occupation du sol de Mamane **(Figures n°5.34, n°5.35)** mettent en évidence un recul important de la végétation naturelle (brousse tigrée, jachères) au profit d'une extension des zones de cultures. La moitié nord-est de la commune de Dantiandou illustre remarquablement ce phénomène. Sur notre carte correspondant à l'année 2010, on remarque également que la partie nord-est de la commune est largement dominée par des sols nus (zones cultivées en saison des pluies).

Quant aux cartes produites par Souley Yéro, **(Figures n°5.36 et n°5.37),** elles sont basées sur une nomenclature d'utilisation du sol très détaillée. L'auteur y fait une distinction entre jachères anciennes et jachères récentes, ce que nous n'avons pu faire en absence de relevés de terrain concomitants. L'équivalent de la catégorie jachère sur nos différentes cartes correspond à la végétation ouverte sur sol nu.

En 2007, Souley Yéro observe une diminution des jachères anciennes et une augmentation des surfaces cultivées. Elle met également en évidence une diminution très marquée de la brousse tigrée. On observe sur sa carte pour 2010 une augmentation des sols nus dégradés, ce qui est en accord avec nos constatations sur l'augmentation des surfaces de sols nus.

Par ailleurs, ses travaux mettent en évidence une augmentation des mares dans la commune de Dantiandou, ce que nos cartes ne font pas ressortir. Plusieurs raisons peuvent être évoquées pour expliquer ces écarts : les résolutions spatiales des images utilisées, les saisons de prises de vue ainsi que les divergences entre les méthodes de traitement. Nous avons traité des images Landsat MSS et TM avec respectivement 57 m et 30 m de résolution spatiale. Si les mares ne sont pas suffisamment étendues, la faible résolution des images ne permet pas leur détection. Cependant, nous avons observé les mêmes tendances globales que les autres auteurs à savoir une forte augmentation des sols nus (cultivés en saison des pluies) et une forte régression de la végétation naturelle.

Figure n°5.34: Occupation du sol, Dantiandou, 1975, (Source : Mamane 2009)

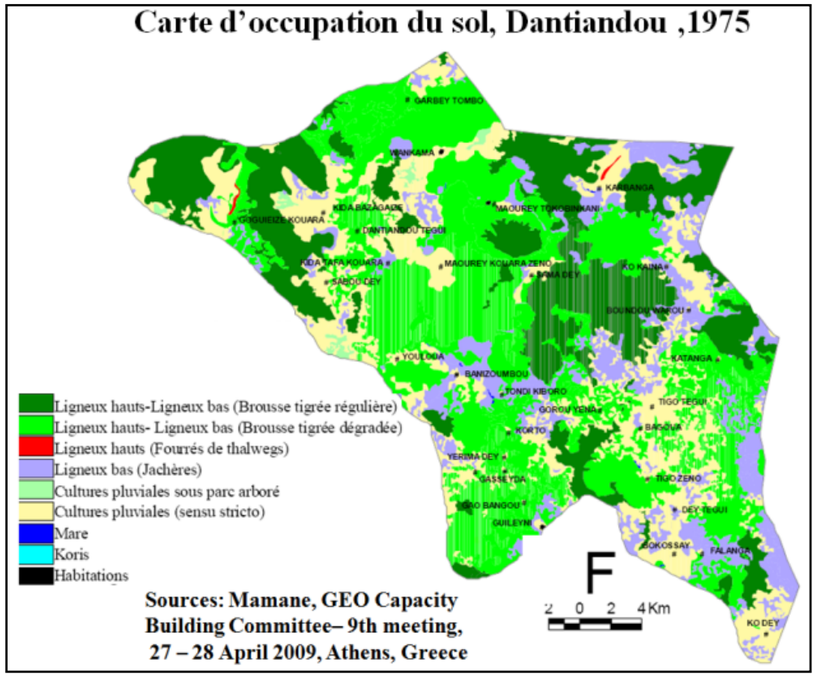


Figure n°5.35: Occupation du sol, Dantiandou, 2006, (Source : Mamane 2009)

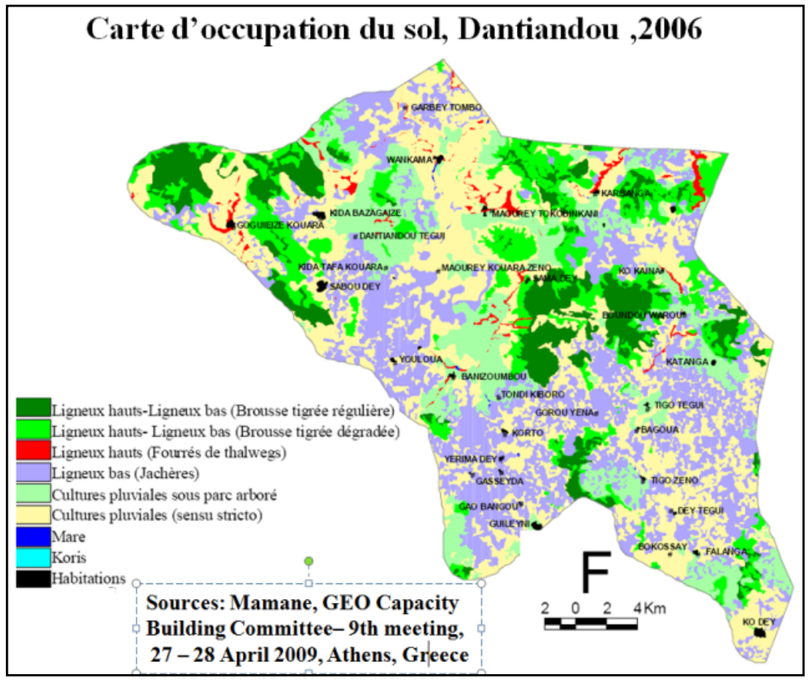


Figure n°5.36: Occupation du sol, Dantiandou, 2007, (Source : Souley Yéro, 2013)

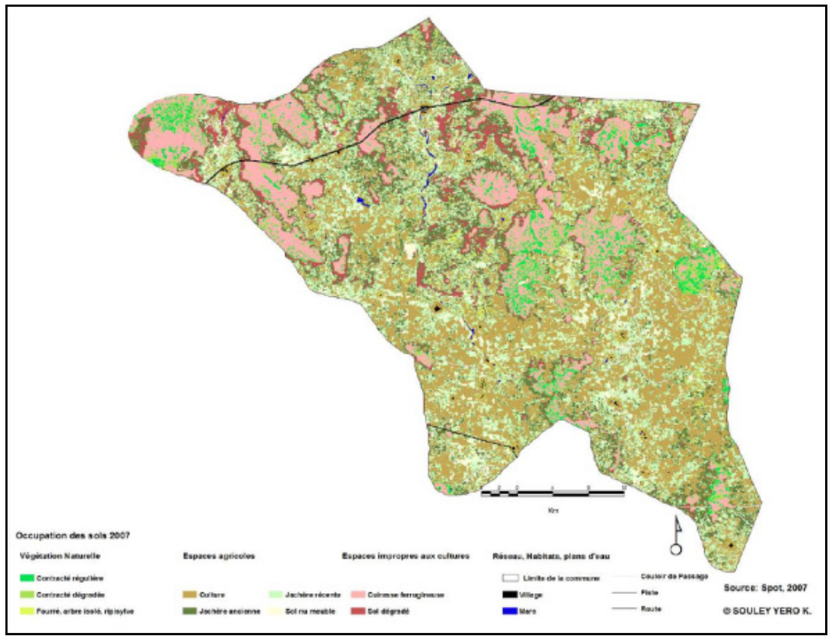


Figure n°5.37: Occupation du sol, Dantiandou, 2010, (Source : Souley Yéro, 2013)

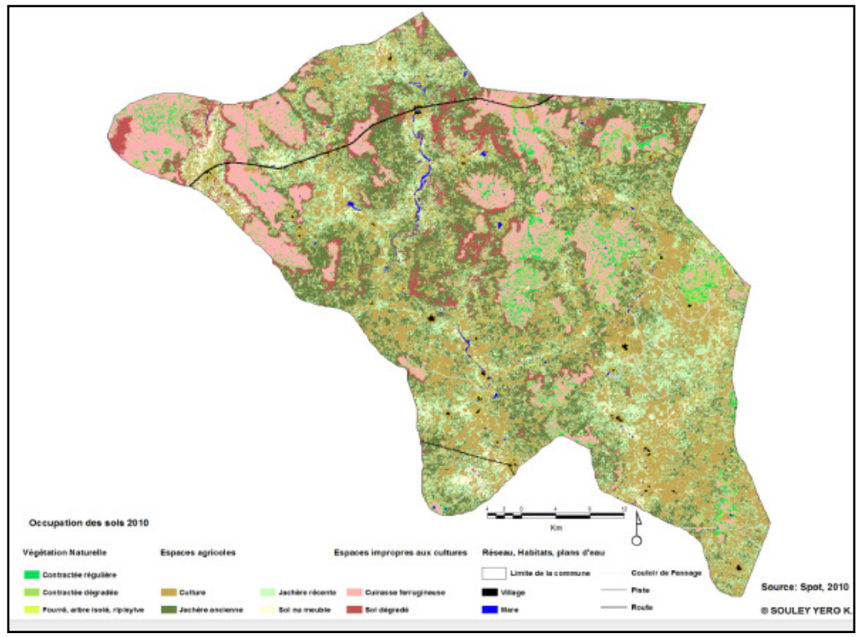


Figure n°5. 34, 35, 36, 37: Occupation du sol, Dantiandou, (Sources: Souley Yéro, 2013; Mamane, 2009)

5.3 Synthèse comparée des résultats aux échelles micro-régionales et locales

Après une description globale des situations observées au niveau des trois zones d'étude, une comparaison s'impose dans l'objectif de mieux appréhender les interactions et les dynamiques qui s'opèrent d'une micro-région à l'autre et au sein de chacune des micro-régions. A ce titre, la synthèse comparative a pour but de mettre en évidence non seulement les similitudes et les différences entre les trois micro-régions étudiées, mais aussi celles qui existent au sein de chacune des micro-régions. Nous ferons dans un premier temps une comparaison inter-régionale pour mettre en évidence de manière descriptive les contrastes à cette échelle **(5.3.1).** Ensuite, nous verrons au niveau intra-régional, que les situations sont beaucoup plus contrastées non seulement au sein même de chacune des micro-régions mais aussi entre les micro-régions selon l'échelle d'étude considérée **(5.3.2).** Les facteurs explicatifs seront évoqués dans le **chapitre 6** sur l'analyse des cartes de changements dans l'objectif de comprendre les différentes tendances mises en évidence. On y étudiera notamment le rôle des pluies, des activités anthropiques et leur influence sur la dynamique générale de l'occupation du sol. Nous verrons qu'en fonction de la pluviométrie, de l'intensité des pratiques agropastorales, l'occupation du sol revêt des aspects et tendances multiformes.

5.3.1 Comparaison inter-régionale des tendances de l'occupation du sol (échelle micro-régionale)

De la cartographie multi-dates de l'occupation du sol dans les micro-régions d'étude, quelques tendances se dégagent. Tout d'abord, nous avons observé que, au moment où se déclenche la période de grande sécheresse, de 1973, l'occupation du sol était caractérisée par une végétation relativement dense et fermée au centre du Ferlo. À la même période, la situation dans le Gourma malien se caractérisait par une opposition nette entre la partie nord et la partie sud. Au nord du Gourma dominaient essentiellement des sols nus, tandis qu'au sud, on observait une relative bonne couverture du sol par une végétation de densité moyenne. Comparativement au Ferlo, le recouvrement du sol par la végétation était ainsi moins important dans le Gourma en 1973. Dans le cas du Fakara nigérien de façon assez similaire avec ce qui a été observé dans le Gourma, l'année 1973 est caractérisée par une occupation du sol très contrastée entre le nord et le sud : une couverture du sol dominée par une végétation très dense et fermée notamment dans la partie sud au niveau du Parc du W, en contraste avec le nord de la micro-région du Fakara nigérien où la végétation était plus ouverte.

Au tournant des années 1999-2000, la cartographie de l'occupation du sol a montré une forte ouverture de la végétation au centre du Ferlo : les sols nus prédominaient alors au nord et à l'ouest du Ferlo. Des traces de feux de brousse étaient également notables dans le sud du Ferlo. Quant au Gourma malien, la situation se caractérisait par une certaine stabilité, au nord et au sud, en termes de couverture du sol par la végétation. Les traces de feux de brousse sont un point commun notable entre le Ferlo et le Gourma à la même époque. Par ailleurs dans le Gourma, on note la multiplication des points d'eau par rapport à ce qui était observé en 1973. Cette tendance n'a été constatée ni dans le Ferlo ni dans le Fakara à la même époque. Comparativement au Ferlo et au Gourma, le Fakara nigérien connaît une présence importante de la végétation ouverte avec une accentuation du contraste entre la partie nord et la partie sud. Contrairement aux deux autres micro-régions, on n'observe pas d'augmentation notable des surfaces en eau, ni de traces de feux de brousse à cette date et à cette échelle.

Une décennie plus tard, la configuration de l'occupation du sol dans les trois micro-régions est assez similaire à celle des années précédentes. On peut constater de fortes similitudes entre le Ferlo et le Gourma concernant la répartition de la végétation et des traces de feux de brousse. Dans le cas du Gourma, on observe cependant, de façon très spécifique par rapport aux années précédentes et aux deux autres régions, une augmentation significative des surfaces en eau en 2010. Dans le Fakara nigérien, la végétation connaît une importante fragmentation. Ainsi l'alternance entre petites surfaces de sols nus et petites surfaces végétalisées demeure-t-elle importante tandis que, dans les micro-régions du Ferlo et du Gourma, on observe à la même période, des espaces relativement homogènes composés soit de sols nus, soit de végétation.

Cette comparaison descriptive inter-régionale ne doit pas être la seule grille de lecture pour comprendre les dynamiques de l'occupation du sol au sein de nos micro-régions d'étude. En jouant sur l'emboîtement des échelles, on s'attachera à observer les dynamiques locales intra-régionales. En effet, l'observation de telles dynamiques permettra de mieux appréhender l'évolution de l'occupation du sol dans sa complexité mais également de dégager quelques éléments explicatifs essentiels à la compréhension de l'évolution de nos systèmes agropastoraux.

5.3.2 Comparaison intra-régionale des tendances de l'occupation du sol (échelle locale)

A l'échelle locale, l'occupation du sol dans la commune de Téssékré présente un aspect relativement homogène en 1973 dans un contexte régional caractérisé par un important contraste entre le nord et le sud du Ferlo. Pour ce qui est de la commune de Hombori, la situation était déjà relativement hétérogène en 1973. On y observait des discontinuités importantes entre les surfaces occupées par la végétation et les surfaces de sols nus. Les microreliefs permettent de comprendre la grande complexité et l'hétérogénéité dans la répartition spatiale de la végétation, ce qui contraste avec l'homogénéité observée à Téssékré, en partie liée à la topographie très plane.

L'occupation du sol dans la commune de Dantiandou est relativement similaire à la situation observée à Hombori en 1973. On y remarque également une grande hétérogénéité du paysage avec une alternance rapide et systématique d'espaces végétalisés et de sols nus. A première vue, les contrastes observés dans la répartition de la végétation au sein de Dantiandou, présentent les mêmes caractéristiques que celles observées au sein de la commune de Hombori avec une influence notable de la topographie.

Sur les cartes de la période 1999-2001, l'occupation du sol à Tessekré est dominée par la végétation ouverte. Comme en 1973, les disparités spatiales sont moins marquées à Téssékré par rapport à Hombori et Dantiandou. Les cartes relatives à cette période, située au sortir de la longue succession des années sèches, mettent en évidence des disparités spatiales très marquées aussi bien à Hombori qu'à Dantiandou dans la répartition des différents états de surfaces. Outre une répartition hétérogène de la végétation à Hombori selon les microreliefs, on observe la présence significative de plusieurs surfaces en eau. Dans la commune de Dantiandou, ce sont les surfaces de végétation ouverte qui dominent.

En 2010, on observe globalement le même type d'états de surfaces que lors les années précédentes : les sols nus et la végétation ouverte alternent aussi bien à Téssékré, qu'à Hombori et à Dantiandou. La situation est toujours relativement homogène à Téssékré, comparativement à celle des deux autres sites. On note également l'existence de traces de feux de brousse à Tessekré, beaucoup plus présents que dans les deux autres sites.

Par ailleurs, aussi bien à l'échelle locale qu'à l'échelle micro-régionale, un regard critique sur l'ensemble de nos cartes nous permet de constater la difficulté d'obtenir des résultats parfaitement stables concernant la distinction entre les sols nus clairs et les sols nus sombres. La couleur des sols, plus précisément celle que renvoie leur surface peut en effet être sujette à de légers changements notamment en fonction d'éléments comme la teneur en humidité, la présence d'ombres (Girard & Girard, 1975 ; Escadafal *et al*., 1988). De même il a été montré que les processus d'érosion hydrique ou éolien peuvent modifier la couleur de la surface des sols (Mougenot & Caillot, 1996). Pour ces raisons, les réflectances

évoluent dans le temps pour des surfaces en principe peu variables en quelques années. C'est sans doute ce qui explique les changements à la marge que l'on observe au niveau des sols nus aux différentes dates. Par ailleurs, la période de prise de vue de nos images (fin de saison des pluies), si elle présente un avantage pour pouvoir cartographier la végétation ligneuse et herbacée, a l'inconvénient de faire reposer une partie de la discrimination sur la couleur des sols par l'humidité résiduelle qui tend à augmenter l'aspect sombre des sols alors que la végétation active la fait décroître.

Une telle synthèse descriptive ouvre la voie à la mise en évidence de paramètres explicatifs à prendre en compte dans l'analyse des changements de couverture du sol **(Chapitre 6).** En fonction de l'échelle micro-régionale ou locale, l'occupation du sol prend différentes formes suivant les reliefs et microreliefs, la répartition des précipitations ainsi que les activités anthropiques.

L'analyse descriptive et comparative croisant l'échelle micro-régionale et l'échelle locale a permis de mettre en évidence les contrastes entre les trois micro-régions et les trois sites d'études. A l'échelle locale, la commune de Téssékré est caractérisée par la présence de végétation fermée en 1973, tandis que la végétation ouverte et les sols nus dominent lors des années suivantes. A cette échelle, la répartition spatiale des états de surface est relativement homogène. En revanche, à l'échelle micro-régionale, le Ferlo présente des contrastes importants entre le nord d'une part, le sud et l'est d'autre part. A la différence de la commune de Téssékré et de la micro-région du Ferlo, la commune de Hombori et la micro-région du Gourma présentent des contrastes importants et une hétérogénéité saisissante dans l'agencement spatial des états de surfaces. Ici, la couverture du sol par la végétation présente des contrastes à la fois à l'échelle locale et à l'échelle de la micro-région. Quant à la commune de Dantiandou et à la micro-région du Fakara nigérien, l'articulation des échelles montrent des contrastes importants à la fois à l'échelle locale et à l'échelle micro-régionale. Sur le plan de la répartition spatiale, cette situation est comparable à celle qui a été observée dans la micro-région du Gourma et la commune de Hombori.

Si l'étude des cartes d'occupation du sol d'une part permet un premier niveau d'appréhension des changements, d'autre part la question des tendances n'est pas totalement résolue et l'analyse temporelle doit être renforcée par des croisements temporels des cartes. À ce stade, les interrogations suivantes se posent : quelles sont les tendances générales en termes d'évolution de l'occupation du sol entre les trois micro-régions, les trois sites aux trois dates ? Entre l'échelle micro-régionale et l'échelle locale quelle est la part des paramètres climatiques et des activités agropastorales qui permettront de comprendre les différentes phases de l'évolution observée ? Répondre à ces interrogations est l'objectif principal du chapitre suivant **(chapitre 6).**

Chapitre 6

Chapitre 6: Evolution de l'occupation du sol: spatialisation et quantification des changements

Spatialiser et quantifier les changements intervenus dans l'occupation du sol, en particulier les modifications de la couverture du sol par la végétation sont les principaux objectifs de ce chapitre. Dans notre démarche, nous privilégions l'approche multi-scalaire dont l'intérêt a été mis en évidence par Mering *et al*. (2010) dans le cadre de l'analyse spatio-temporelle du couvert végétal au Sahel. Sur la base des cartes d'occupation du sol (Pahari & Murai, 1999 ; Andrieu, 2008 ; Ruster, 2009 ; Marega, 2009 ; Fall, 2014) établies à trois dates différentes, dans chacune de nos micro-régions, les analyses diachroniques seront faites à la fois à l'échelle micro-régionale et à l'échelle locale. Par emboîtement d'échelles et par comparaison, les principaux changements seront analysés en terme progression, de régression ou de stabilité de la couverture du sol par la végétation.

Une fois les grandes tendances mises en exergue par spatialisation et quantification, il s'agira ensuite d'expliquer l'évolution constatée en évoquant les facteurs explicatifs des changements. Nous verrons que, en fonction des échelles d'observation, une tendance observée à l'échelle régionale peut masquer d'autres tendances à l'échelle locale.

La section **(6.1)** sera focalisée sur la méthode d'élaboration des différentes cartes diachroniques. Dans un deuxième temps **(6.2)** nous exposerons les résultats des analyses diachroniques en nous basant sur des données spatialisées et quantifiées dans l'optique d'une comparaison entre échelle micro-régionale et échelle locale. Pour clore ce chapitre, les facteurs explicatifs seront évoqués dans la section **6.3.**

6.1 Méthode d'élaboration des cartes diachroniques

L'analyse croisée de deux cartes thématiques permet de dresser des cartes diachroniques afin de mettre en évidence les différents changements d'occupation du sol entre les dates considérées (Pahari & Murai, 1999 ; Andrieu, 2008 ; Ruster, 2009 ; Marega, 2009 ; Fall, 2014). Cette méthode par croisement de deux ou plusieurs images a prouvé son efficacité d'après plusieurs auteurs (Kiage *et al*., 2007; Dawelbait & Morari 2012; Nutini *et al*., 2013).

Dans le cadre de cette thèse, nous avons opté pour cette méthode dans l'optique d'établir des cartes de changement entre les années 1973, 1999-2000-2001 et 2010. La méthode choisie pour produire ces cartes de changement consiste à croiser deux cartes d'occupation du sol à deux temps (*T* et *T')* sur le même espace. Dans un premier temps, ce croisement nécessite un recodage des cartes d'occupation du sol mises en place suivant une nomenclature et un ordonnancement identique des catégories d'occupation du sol. Un tel croisement n'est possible qu'avec des images de mêmes dimensions et géo-référencées avec les mêmes systèmes de projection. Nous avons donc établi des cartes avec les mêmes systèmes de projections (UTM zone 28 Nord pour le Ferlo, UTM zone 30 Nord pour le Gourma, UTM zone 31 Nord pour le Fakara nigérien), et avec les mêmes nombres de lignes et de colonnes.

Par ailleurs, faire des analyses diachroniques avec des images Landsat MSS et Landsat TM et ETM+, présente une contrainte liée au fait que ces images n'ont pas la même résolution spatiale. En effet, les images Landsat MSS ont une résolution spatiale moyenne de 80 m/pixel à l'origine, ortho-rectifiées et ré-échantillonnées à 57 m. Les images Landsat TM ont, quant à elles, une résolution spatiale de 30 m. Il est donc nécessaire de réaliser un nouveau rééchantillonnage permettant de croiser ces deux catégories d'images en attribuant la dimension d'un pixel d'une image (image-maître) à une autre image (image-esclave) dont la dimension du pixel est originellement différente.

Dans le cas qui nous intéresse et avec les données dont nous disposons, il est possible soit de ré-échantillonner les images MSS pour leur donner en apparence la résolution des images TM et ETM+, ou de ré-échantillonner les images TM et ETM+ pour leur donner la résolution des images MSS. La subdivision d'un pixel MSS présente le risque de créer une nouvelle information n'existant pas à l'origine. L'agrégation des pixels TM ou ETM+ en vue d'obtenir la résolution spatiale du MSS présente, certes, l'inconvénient d'une dégradation de la résolution spatiale, mais elle ne produit pas d'artefacts par rapport aux images d'origine (Andrieu, 2008). Nous avons donc opté pour cette dernière en ré-échantillonnant les images TM et ETM+ (images esclaves) par rapport aux images MSS (images maîtres). A l'issue de l'ensemble de ces prétraitements, il est possible de recoder et de croiser par addition les cartes d'occupation du sol aux différentes dates pour aboutir aux

cartes des changements. La section suivante est consacrée aux enseignements que l'on peut tirer de la spatialisation et de la quantification des changements.

6.2 Analyse multi-scalaire des changements d'occupation du sol

Les cartes des changements doivent montrer les principales dynamiques intervenues dans l'occupation des sols entre les différentes dates retenues. Elles doivent également mettre en avant les contrastes dans les tendances observées aux différentes échelles (locales et micro-régionales). Ce n'est qu'à l'issue de l'examen des différentes phases qu'une réflexion sera menée sur les facteurs explicatifs.

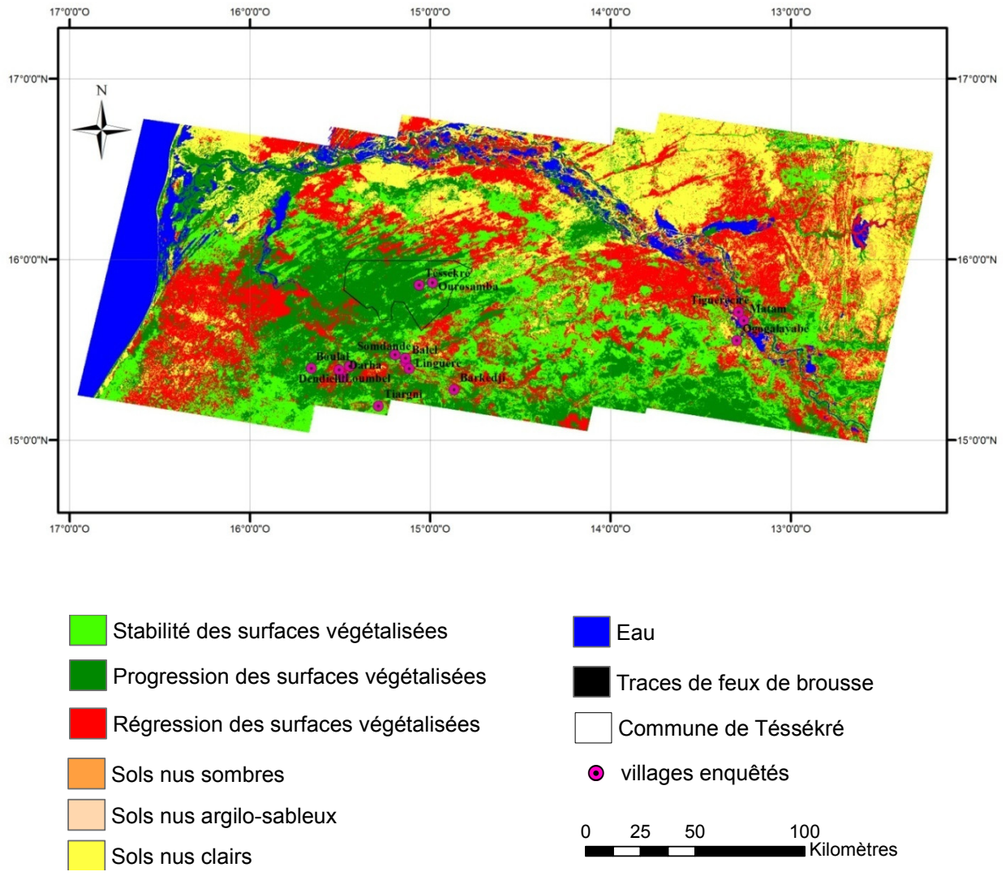
6.2.1 Spatialisation et quantification des changements aux échelles micro-régionale et locale dans le Ferlo sénégalais.

A l'échelle micro-régionale du Ferlo, l'analyse spatiale des changements observés entre l'année 1973 et l'année 1999 **(Figure n°6.1)** met en évidence les contrastes entre d'un côté le centre du Ferlo, et de l'autre le nord-nord-est et le sud-ouest du Ferlo. En effet on observe une stabilité et une certaine progression des surfaces végétalisées dans le centre du Ferlo, mais s'agit-il du même type de végétation aux deux dates ? On a vu au chapitre 5 que la végétation fermée en 1973 s'était ouverte en 1999. Ici, il y a donc un changement important dans la physionomie de la végétation qui se traduit par une mutation de la végétation dense vers la végétation dispersée. Nous avons fait le choix de ne pas coder ce processus d'ouverture comme une régression de la végétation. Dans ce cas précis, il n'y a de régression de la végétation que lorsqu'il y a le passage du couvert végétal à tout autre état asylvatique. Par ailleurs, les techniques de pyramidage des images à cette échelle avec ces gammes de couleur accentuent l'impression visuelle de l'importance de la progression qui doit se lire entre 1973 et 1999 comme une dynamique d'ouverture d'une formation végétale qui était dense.

Dans les parties nord-nord-est et sud-ouest, on observe, à l'inverse, une situation marquée par la régression des surfaces couvertes par la végétation. La quantification des changements **(Figure n°6.2)** montre qu'entre 1973 et 1999, il y a eu un recul sur 22 077 km^2 du couvert végétal soit 26 % de l'espace cartographié et une progression de 19 652 km^2 soit 23 % des surfaces. Les secteurs caractérisés par la stabilité ont été évalués à 21 % soit 17 828 km^2.

Entre 1999 et 2010, on constate une situation caractérisée par la stabilité voire la progression de surfaces couvertes de végétation **(Figure n°6.3).** Cependant, quelques espaces de régression sont disséminés dans la partie sud et dans la partie nord du Ferlo. La quantification des zones de régression fixe à 9 389 km^2 le recul des surfaces végétalisées, soit 11 %, tandis que les zones en progression ou stables sont de même poids pour la période, avec un peu plus de 19 000 km^2 chacune, soit 23 % de stabilité et 24 % de progression **(Figure n°6.4).**

Figure n°6. 1: Spatialisation des changements dans l'occupation du sol entre 1973 et 1999 (Ferlo)



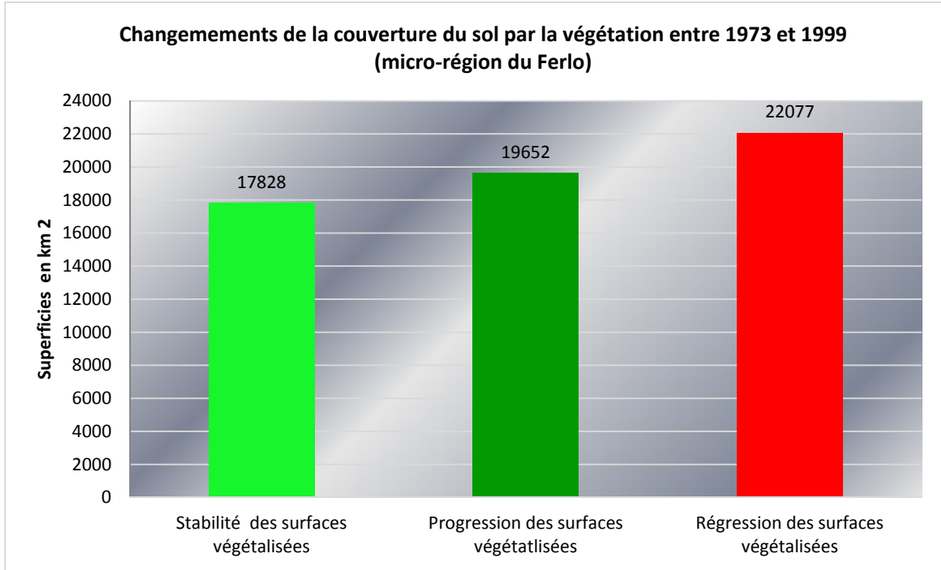
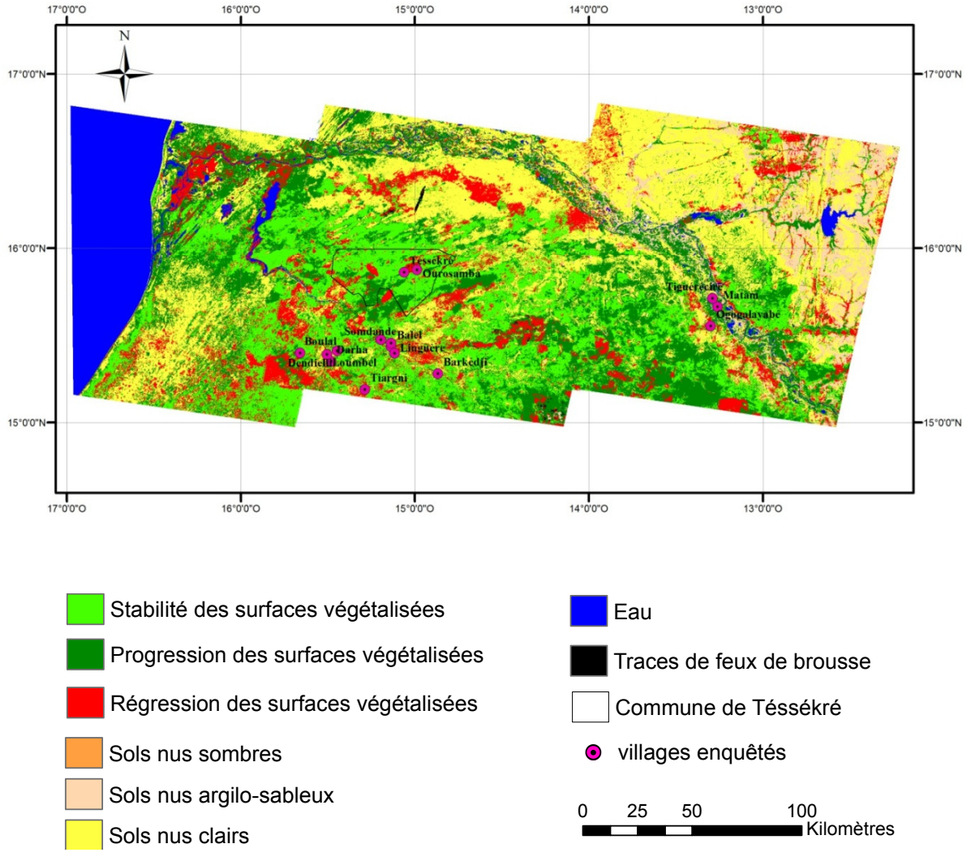


Figure n°6. 2: Quantification des changements dans l'occupation du sol entre 1973 et 1999 (Ferlo)

Figure n°6. 3: Spatialisation des changements dans l'occupation du sol entre 1999 et 2010 (Ferlo)



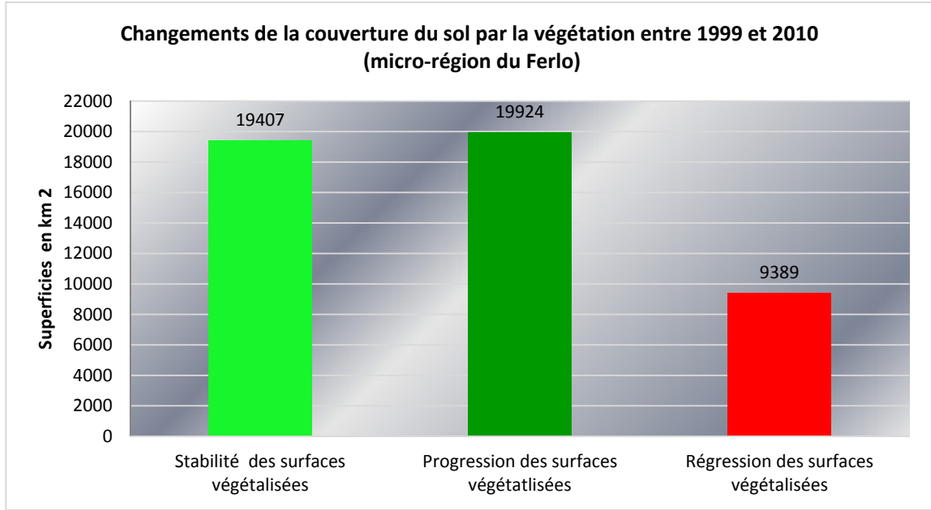
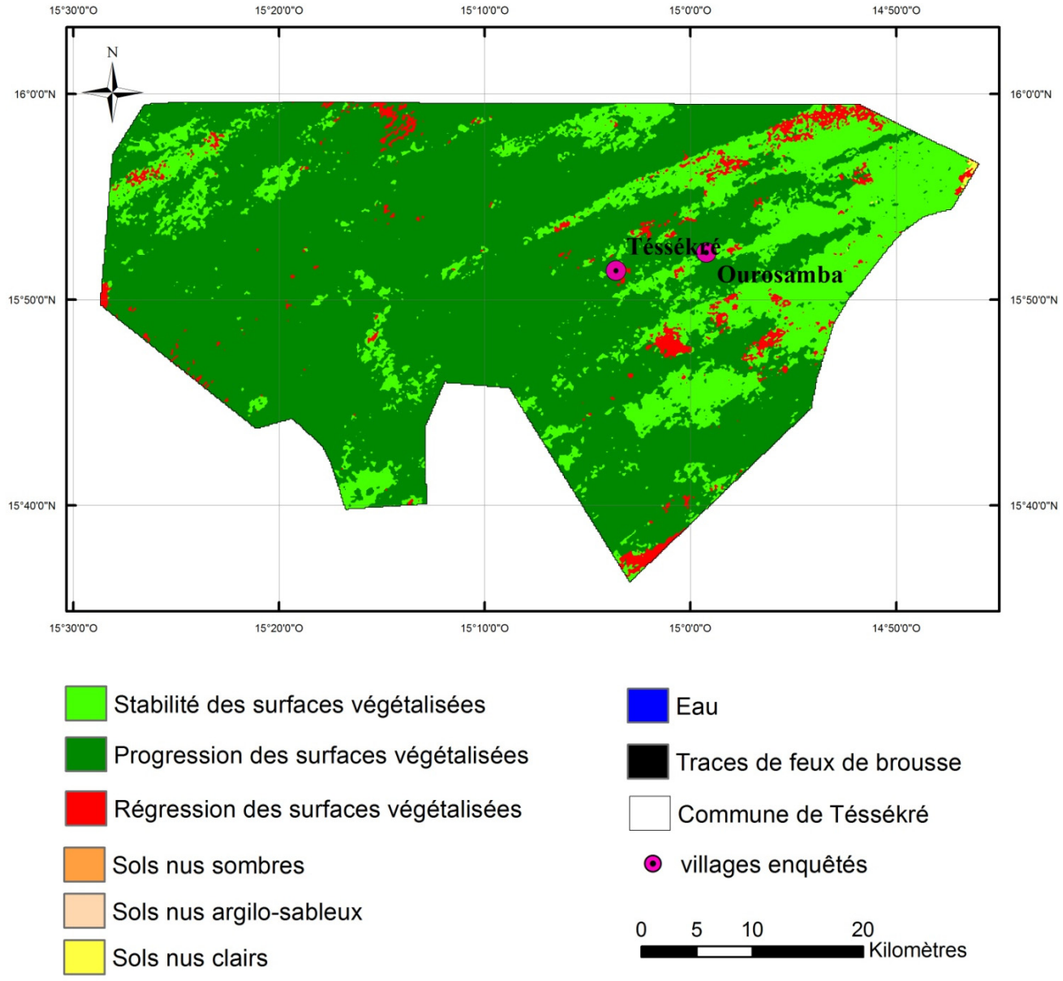


Figure n°6. 4: Quantification des changements dans l'occupation du sol entre 1999 et 2010 (Ferlo)

A l'échelle locale (commune de Téssékré), entre 1973 et 1999 **(Figure n°6.5),** on observe que la progression d'ensemble des surfaces en végétation notée ci-dessus dans la partie centrale du Ferlo est confirmée, mais qu'elle masque un changement important qui se traduit par une progression des surfaces en végétation ouverte au détriment de la végétation fermée. Cette progression a été quantifiée à 1 547 km^2 soit 75 % de l'espace cartographié contre seulement 59 km^2 de surfaces où est notée une régression soit 2,8 % des surfaces **(Figure n°6.6).**

Entre 1999 et 2010, on constate une grande stabilité des surfaces végétalisées : 64 % de l'espace soit 1 327 km^2 n'ont ainsi pas connu de changement dans l'occupation du sol entre ces deux dates. Une progression de la végétation a été quantifiée sur 413 km^2 soit 20 % des surfaces, alors que celle-ci a régressé sur 13 % des surfaces au cours de la même période soit 270 km^2 **(Figures n°6.7 et n°6.8).**

Figure n°6. 5: Spatialisation des changements dans l'occupation du sol entre 1973 et 1999 (Téssékré)



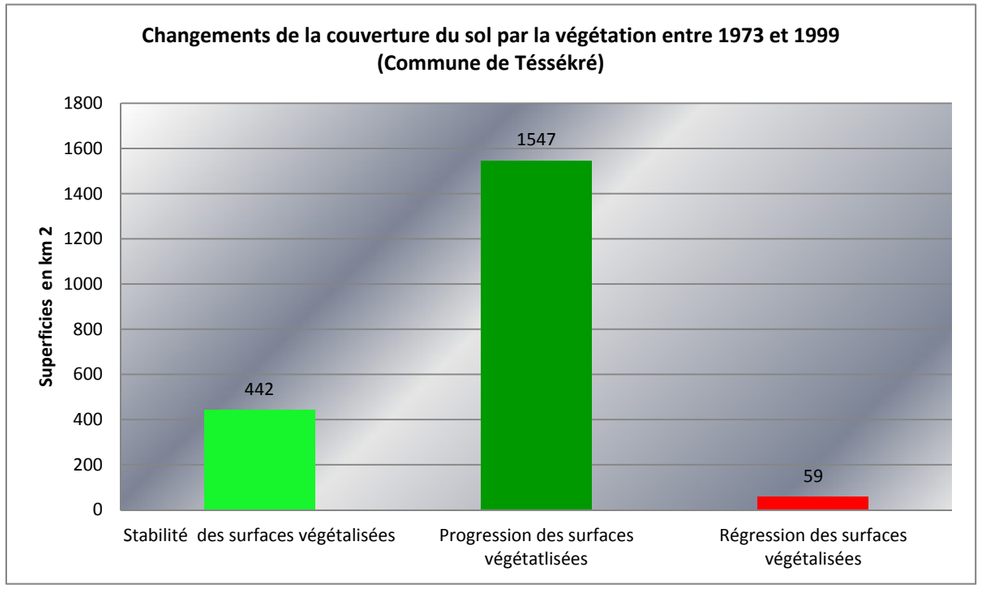
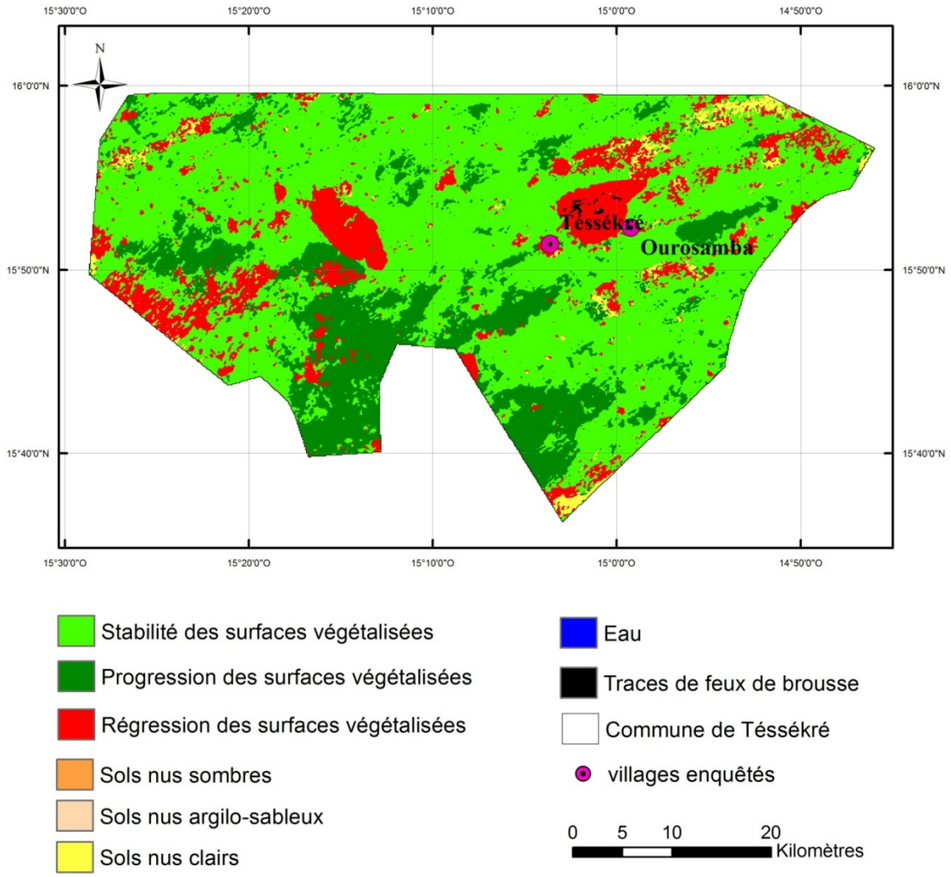


Figure n°6. 6: Quantification des changements dans l'occupation du sol entre 1973 et 1999 (commune de Téssékré)

Figure n°6. 7: Spatialisation des changements dans l'occupation du sol entre 1999 et 2010 (Téssékré)



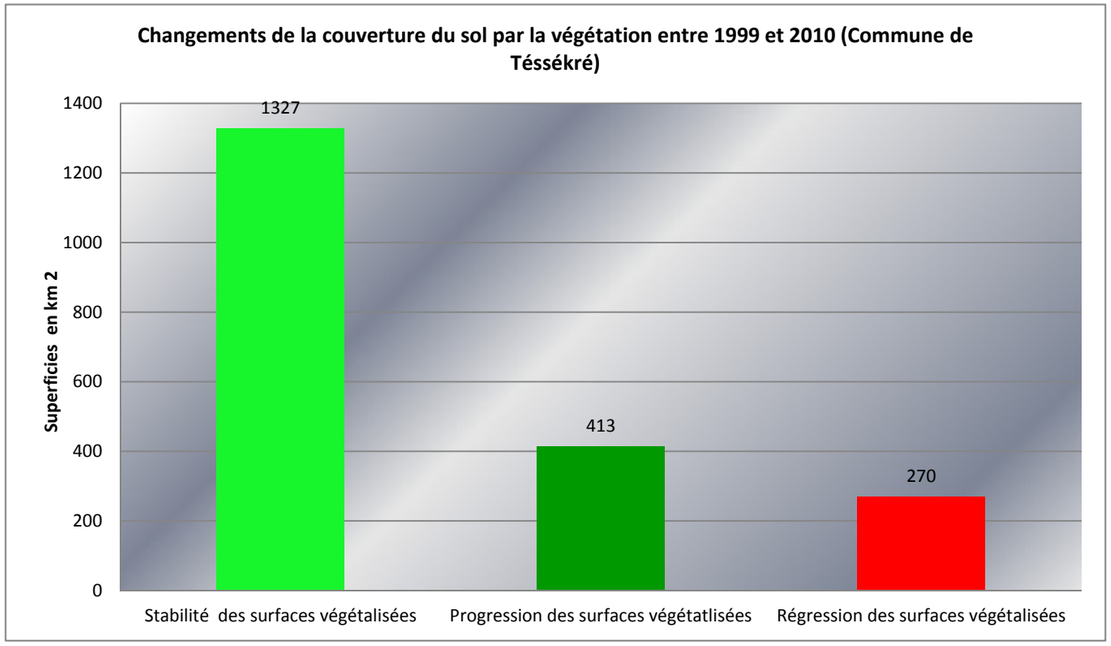


Figure n°6. 8: Quantification des changements dans l'occupation du sol entre 1999 et 2010 (commune de Téssékré)

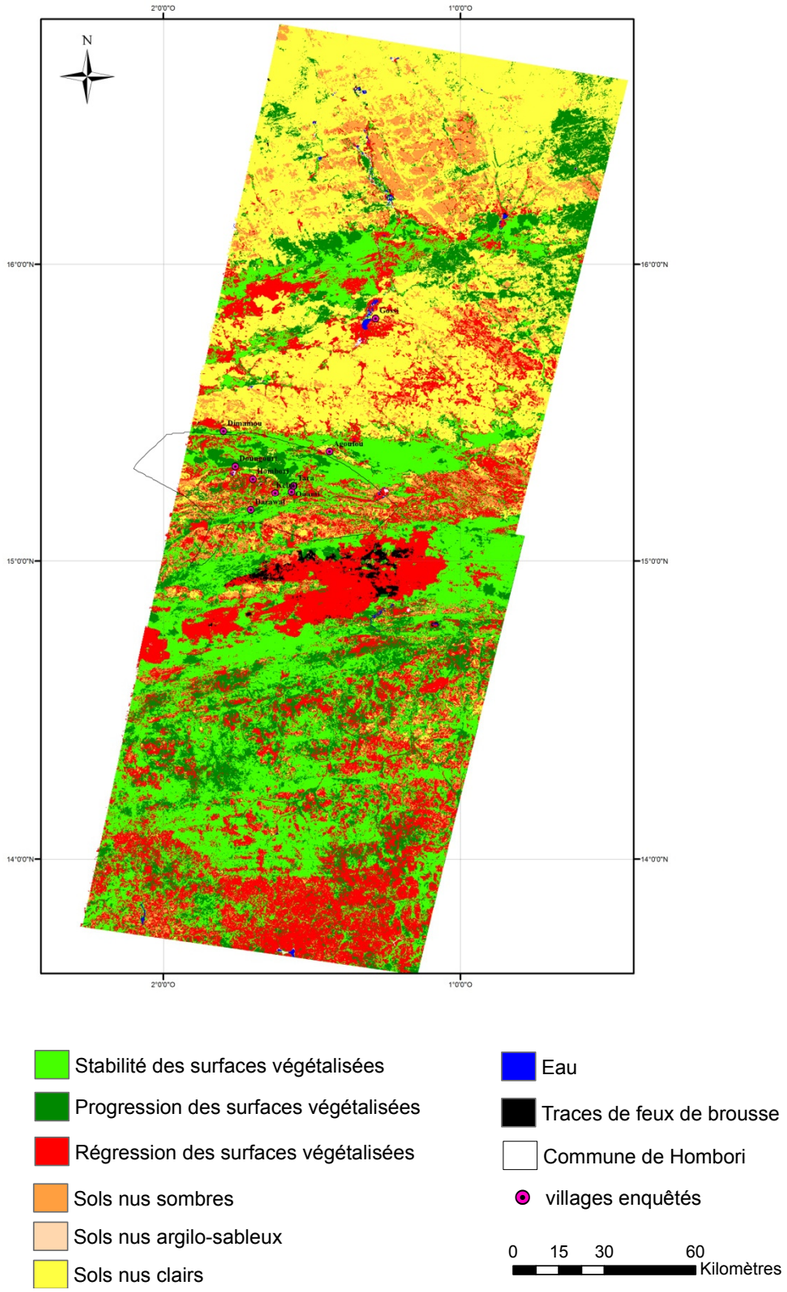
Pour résumer, si l'on compare les cartes de changements dans le Ferlo sur la période 1973-1999, la discordance entre la régression d'ensemble des surfaces végétalisées observée à l'échelle micro-régionale et une situation inverse à l'échelle locale peut s'expliquer par le fait que la commune de Tessékré est située au centre du Ferlo, là où les surfaces végétalisées ont progressé, mais surtout, comme noté au chapitre 5, par éclaircissement de la végétation encore fermée en 1973. Entre 1999 et 2010, les changements sont relativement similaires aux deux échelles avec une tendance caractérisée par une forte stabilité voire une légère augmentation des surfaces végétalisées.

6.2.2 Spatialisation et quantification des changements aux échelles micro-régionale et locale dans le Gourma malien

À l'image des tendances déjà observées dans le Ferlo, l'évolution de l'occupation du sol dans le Gourma est caractérisée par une régression importante du couvert végétal entre 1973 et 1999 **(Figure n°6.9).** Spatialement, il y a une grande hétérogénéité dans la répartition des espaces où la régression apparaît. Cependant, d'importantes surfaces au sud du Gourma malien ont connu un recul notable de la couverture végétale. La quantification des tendances **(Figure n°6.10)** montre que les espaces ayant connu une diminution de la couverture du sol par la végétation (passage sous le seuil de 30 % du taux de recouvrement de la végétation au-dessous duquel l'état de surface du pixel est considéré comme du sol nu) sont de l'ordre de 23 % soit 10 243 km^2. Sur la même période, quelques secteurs ont connu, à l'inverse, une légère augmentation de la couverture végétale de l'ordre de 14 % par rapport à la surface totale cartographiée. Ils apparaissent notamment au centre et dans une partie du nord du Gourma avec une superficie totale de 6 356 km^2.

Sur la période 1999-2010, la tendance s'est inversée avec une progression importante de surfaces couvertes par la végétation et une grande stabilité de celles qui l'étaient déjà **(Figure n°6.11)**. On a évalué à 18 % soit 8 100 km^2 de surfaces en progression contre 7 % où la végétation a régressé soit 3 084 km^2 **(Figure n°6.12),** essentiellement localisées dans la partie nord-est et au centre de la zone. Les surfaces végétalisées où l'on n'a pas observé de changement couvrent 12 856 km^2 soit 30 % de la surface totale cartographiée.

Figure n°6. 9: Spatialisation des changements dans l'occupation du sol entre 1973 et 1999 (Gourma)



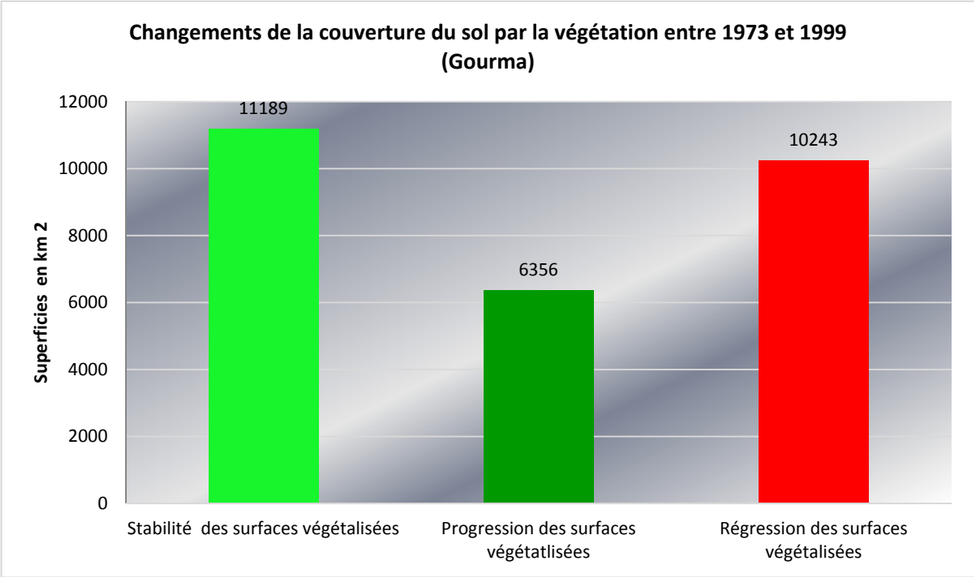
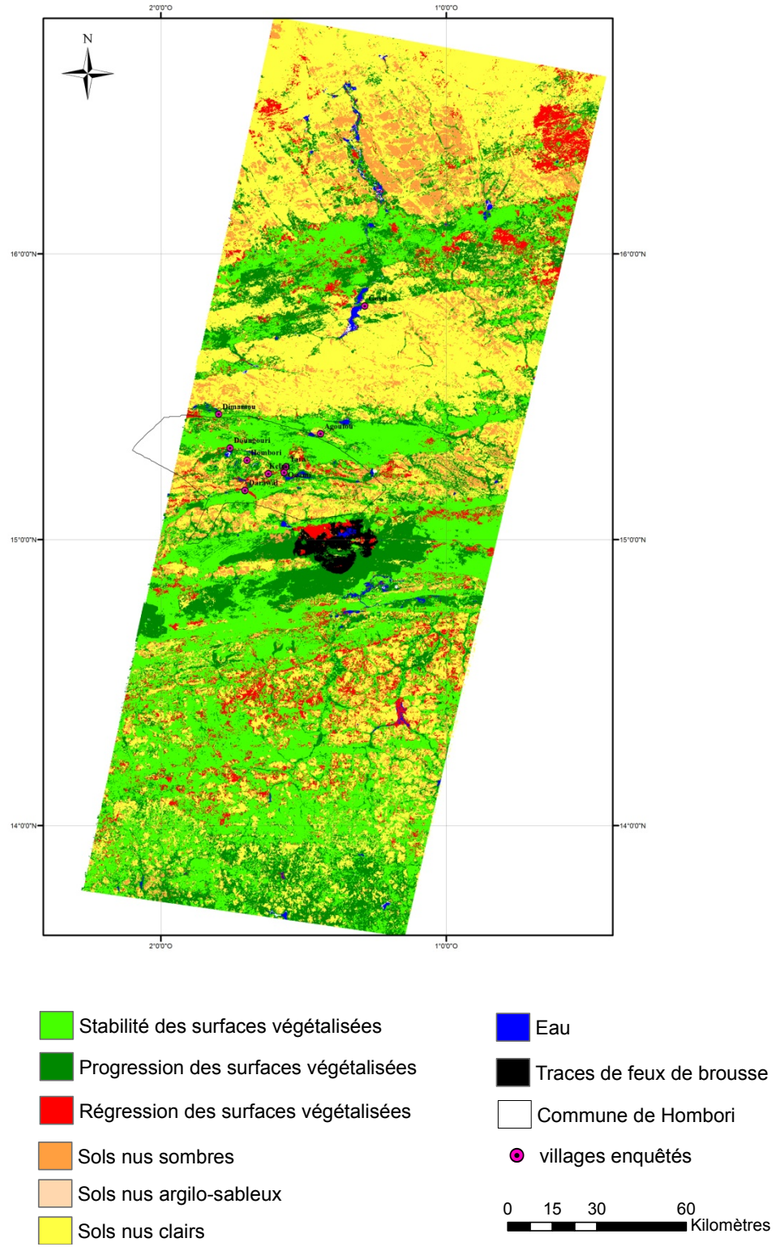


Figure n°6. 10: Quantification des changements dans l'occupation du sol entre 1973 et 1999 (Gourma)

Figure n°6. 11: Spatialisation des changements dans l'occupation du sol entre 1999 et 2010 (Gourma



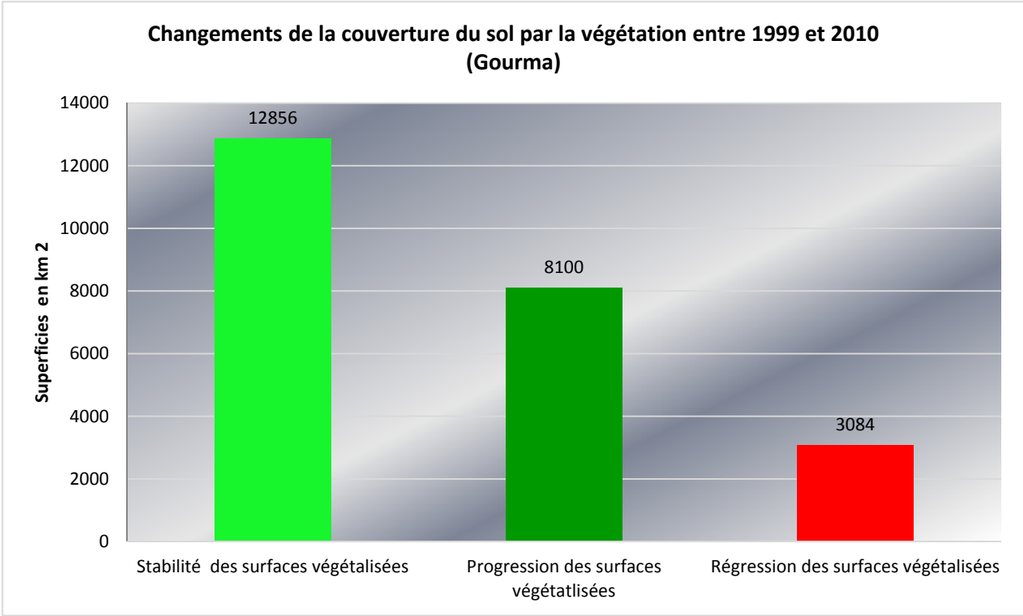
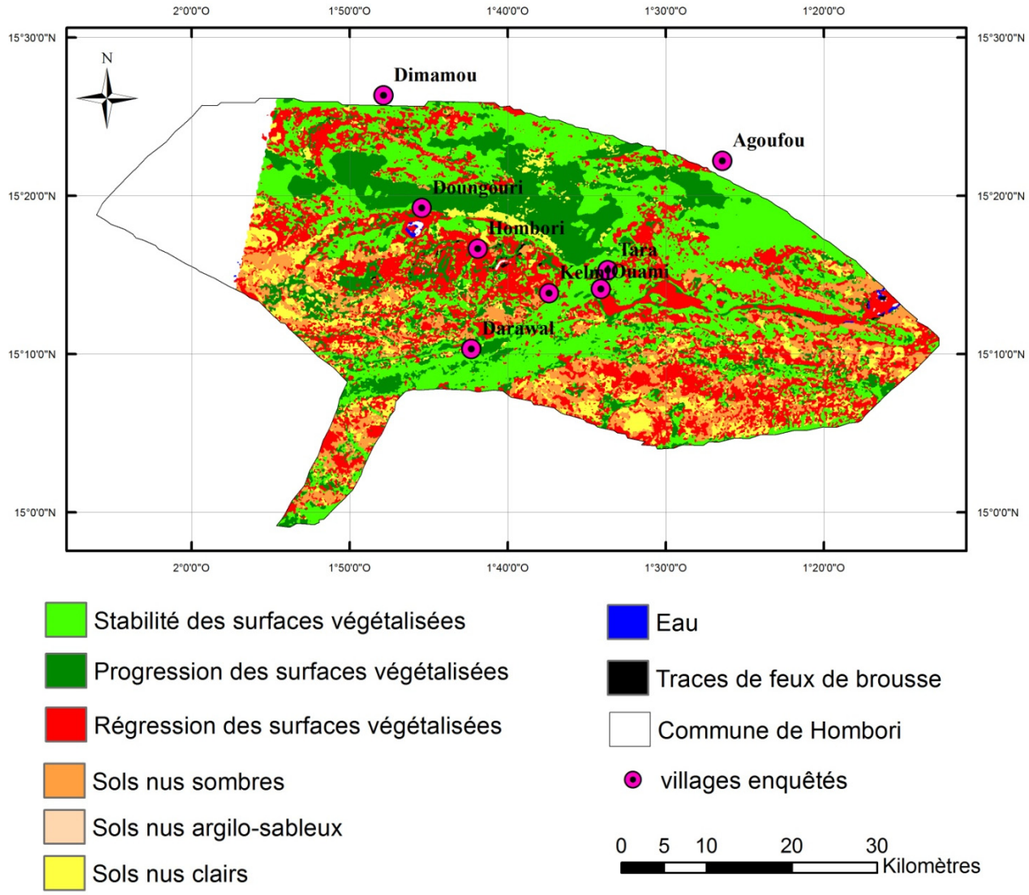


Figure n°6. 12: Quantification des changements dans l'occupation du sol entre 1999 et 2010 (micro-région du Gourma)

A l'échelle de la commune de Hombori, sur la période 1973-1999 **(Figure n°6.13),** la tendance au recul de la végétation se confirme avec une forte hétérogénéité spatiale dans la répartition du phénomène. Le recul semble commandé par les micro-reliefs : il se situe à la fois dans les bas-fonds et dans les zones de cuirasses latéritiques au sud de Hombori et dans les secteurs des monts au centre de la commune. Quant à la progression de la couverture végétale, on l'observe essentiellement au nord de la commune. Le décompte des surfaces **(Figure n°6.14)** montre qu'il y a eu 611 km^2 de régression soit 26 % contre 411 km^2 de progression soit 18 % des surfaces. Les espaces où l'occupation du sol est restée stable sont évalués à 34 % soit 790 km^2 sur la période 1973-1999.

Entre 1999 et 2010 **(Figure n°6.15)**, la stabilité est beaucoup plus forte, d'autant plus qu'elle est accompagnée de zones de progression notables de la végétation. Par comparaison avec la période précédente, la tendance semble inversée. Durant cette période **(Figure n°6.16**), les surfaces végétalisées ont augmenté de 18 % soit 432 km^2 alors que les surfaces en régression ne représentent que 6 % (152 km^2), 40% de l'espace étant resté stable (912 km^2).

Figure n°6. 13: Spatialisation des changements dans l'occupation du sol entre 1973 et 1999 (Hombori)



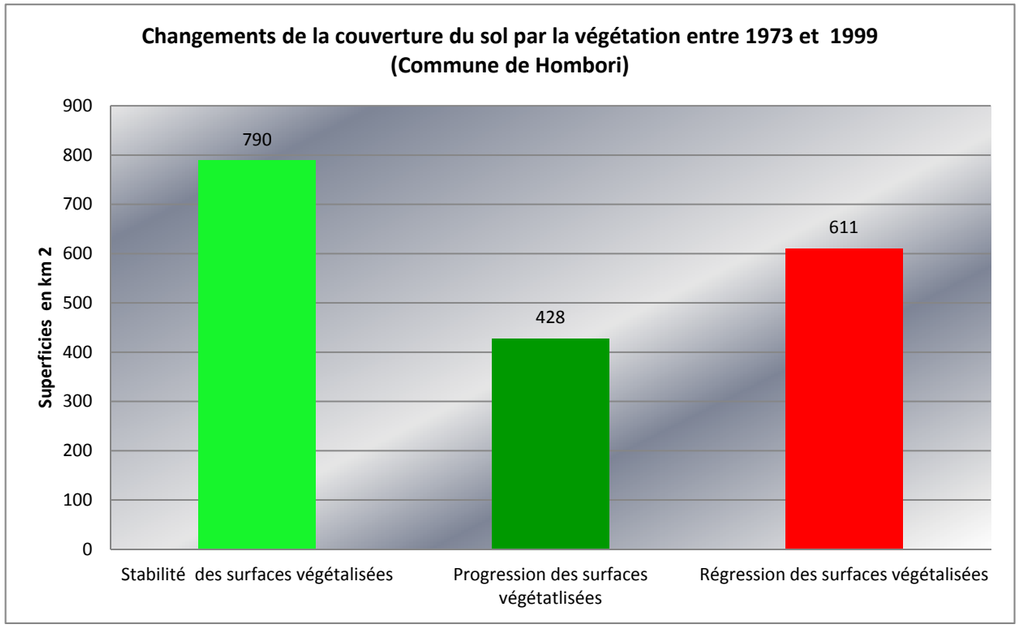
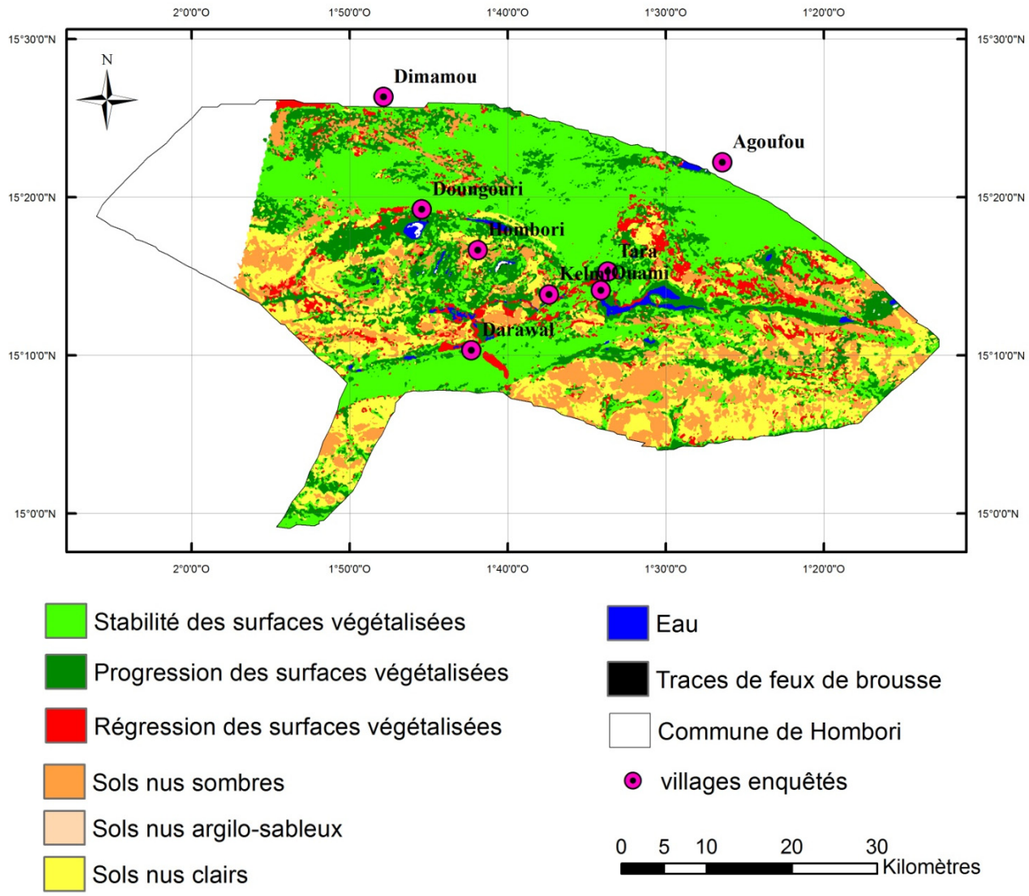


Figure n°6. 14: Quantification des changements dans l'occupation du sol entre 1973 et 1999 (commune de Hombori)

Figure n°6. 15: Spatialisation des changements dans l'occupation du sol entre 1999 et 2010 (Hombori)



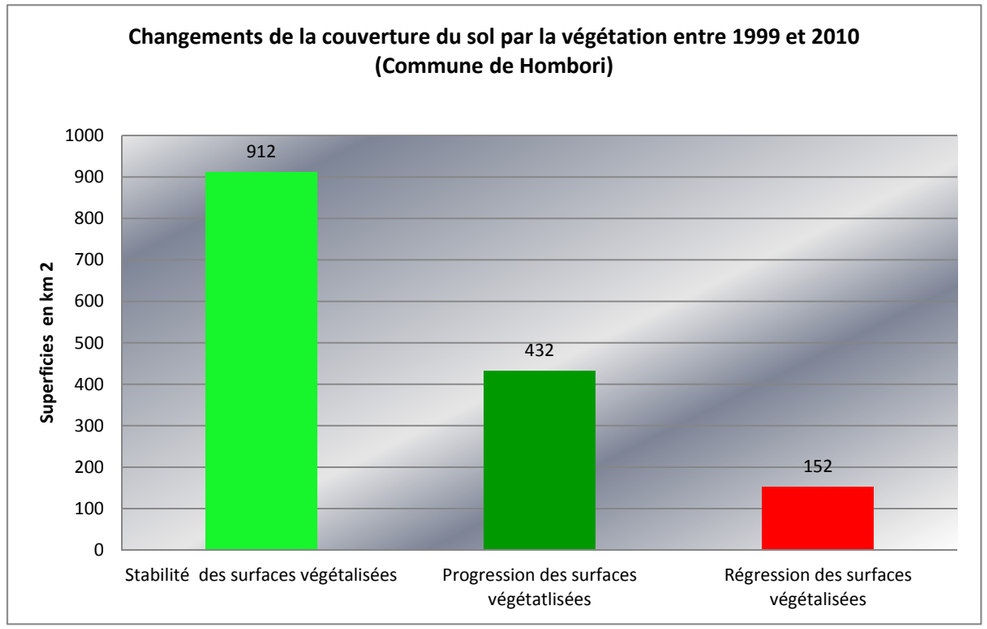


Figure n°6. 16: Quantification des changements dans l'occupation du sol entre 1999 et 2010 (Hombori)

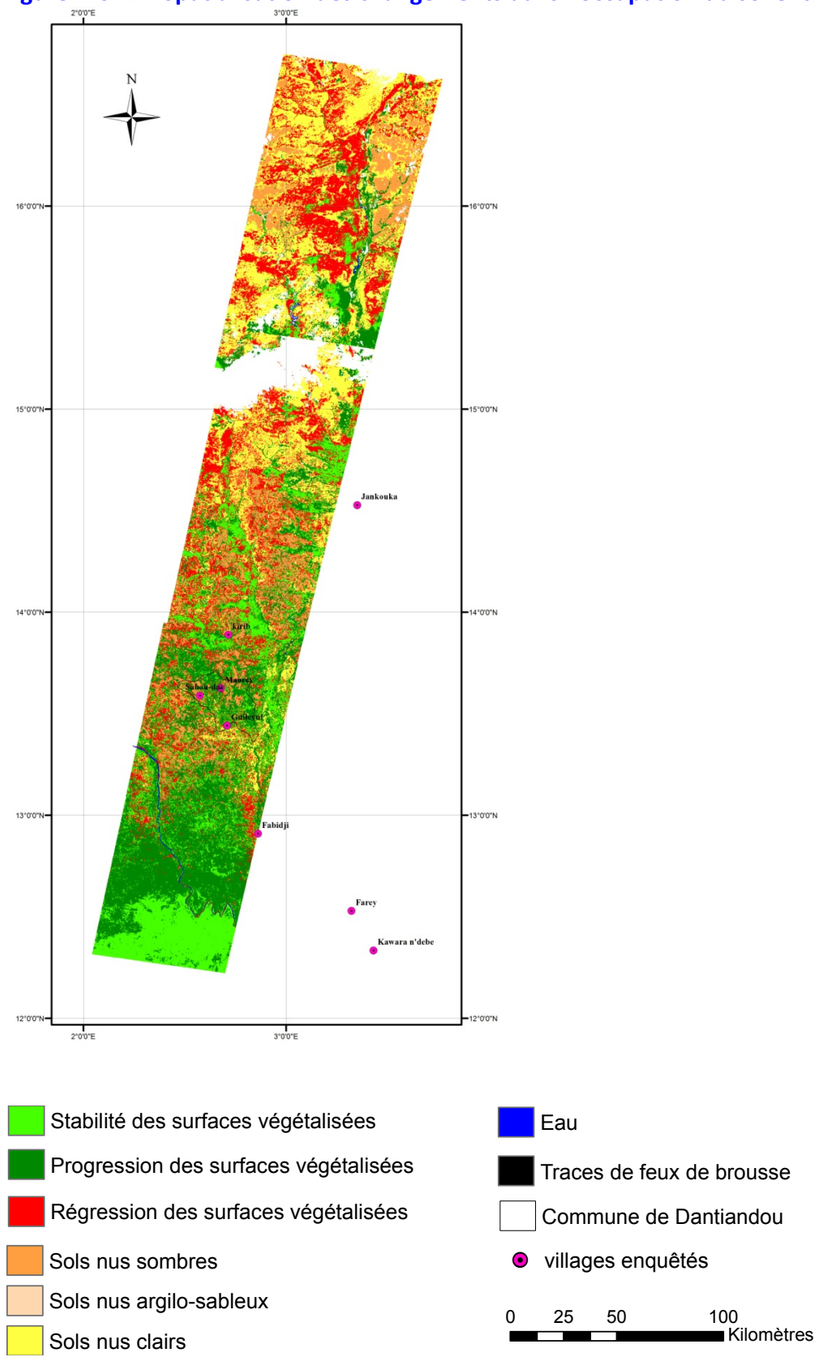
La comparaison des cartes de changements aux deux périodes considérées entre les échelles locale et micro-régionale dans le Gourma montre qu'il existe une même tendance observée à ces deux échelles. L'hétérogénéité dans la répartition spatiale des catégories de changements est toutefois encore plus marquée à l'échelle locale qu'à l'échelle micro-régionale. Ce constat de concordance entre les deux échelles pourrait conduire vers l'hypothèse que les changements observés dépendent plus des tendances du climat et des caractéristiques du milieu naturel, en particulier du relief que du rôle de l'homme. Nous y reviendrons dans la section **6.3** consacrée aux facteurs explicatifs possibles des changements.

6.2.3 Spatialisation et quantification des changements aux échelles micro-régionale et locale dans le Fakara nigérien

Dans la micro-région du Fakara nigérien **(Figure n°6.17),** nos observations mettent en évidence une progression importante de la végétation entre 1973 et 2000-2001, quoique localisée au sud de la bande étudiée aux confins du parc du W. En revanche, les surfaces végétalisées montrent d'importantes régressions dans la partie nord de la micro-région là où se situe le plateau du Fakara et la commune de Dantiandou. L'évaluation des tendances observées montre qu'entre 1973 et 2000-2001 **(Figure n°6.18)**, les surfaces végétalisées ont progressé de 25 % soit 9 106 km^2 par rapport à la surface totale cartographiée. Les secteurs en régression sont évalués à 7 637 km^2 soit 21 % des surfaces contre 17 % de surfaces stables, quantifiées à 6157 km^2.

Dans la période allant du début des années 2000 à l'année 2010 **(Figure n°6.19),** dans l'ensemble de la micro-région, la tendance à la progression des surfaces végétalisées est marquée. Les zones de progression sont disséminées de façon hétérogène sur l'ensemble de la zone. La répartition spatiale des catégories de changement montre que, dans la partie située au nord du parc du W englobant la commune de Dantiandou, il y a plus de régression. Le décompte des surfaces fait ressortir 9 740 km^2 de progression soit 27 %, contre 5 265 km^2 de régression soit 14 % et 20 % de stabilité quantifié à 7 522 km^2 des surfaces végétalisées **(Figure n°6.20).** A l'échelle micro-régionale du Fakara nigérien, les surfaces végétalisées ont globalement plus progressé qu'elles n'ont régressé aussi bien entre 1973 et le début des années 2000 que durant la décennie suivante.

Figure n°6. 17: Spatialisation des changements dans l'occupation du sol entre 1973-2000 et 2001 (Fakara nigérien)



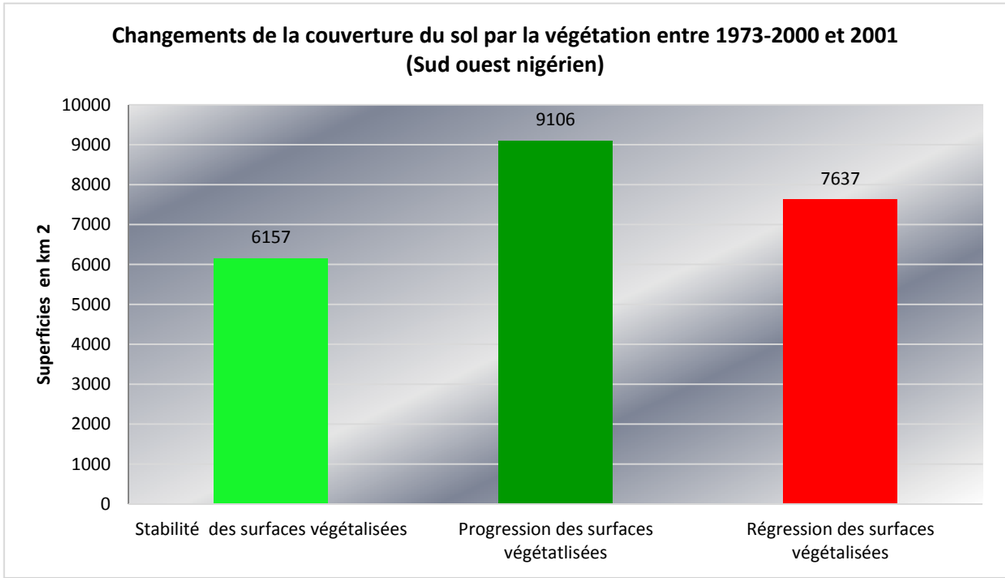
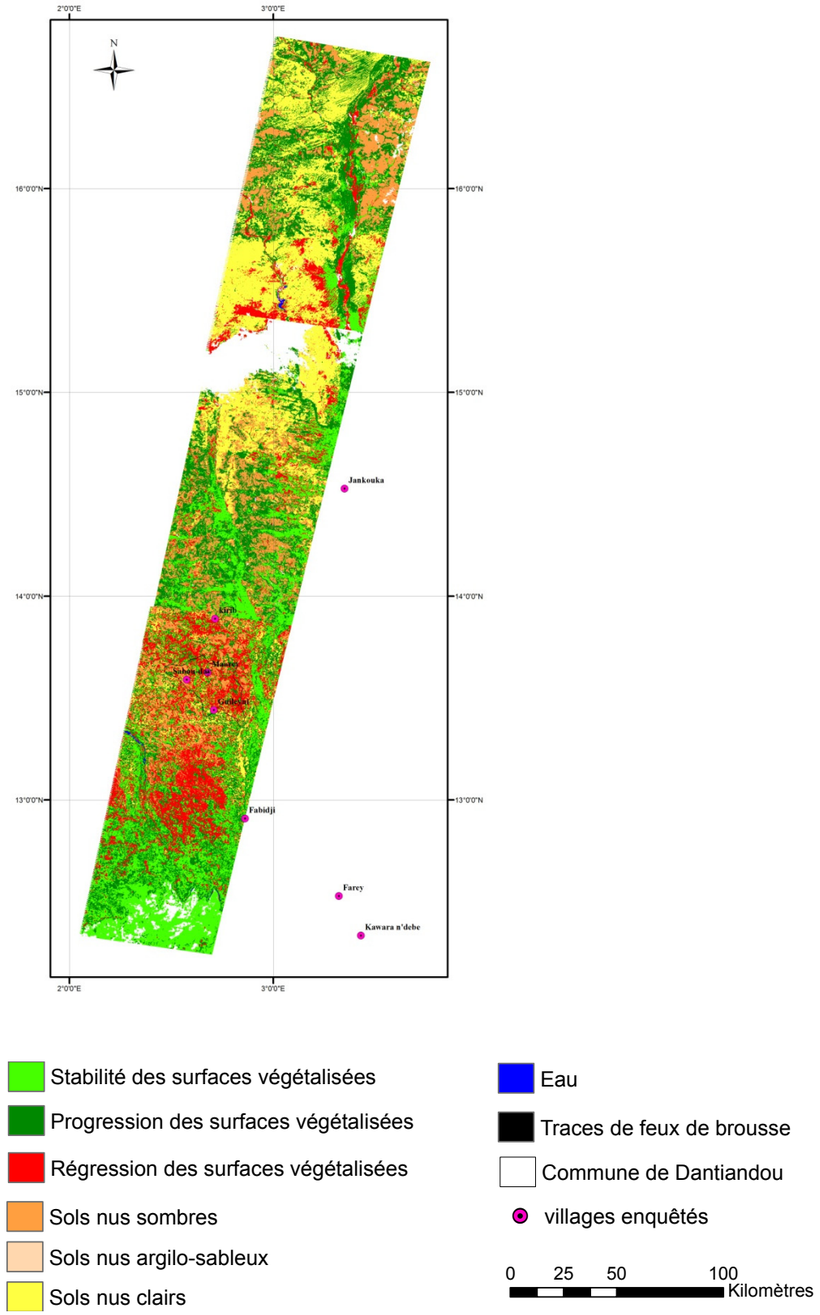


Figure n°6. 18: Quantification des changements dans l'occupation du sol entre 1973 et 2000 et 2001(Fakara nigérien)

Figure n°6. 19: Spatialisation des changements dans l'occupation du sol entre 2000-2001 et 2010 (Fakara nigérien)



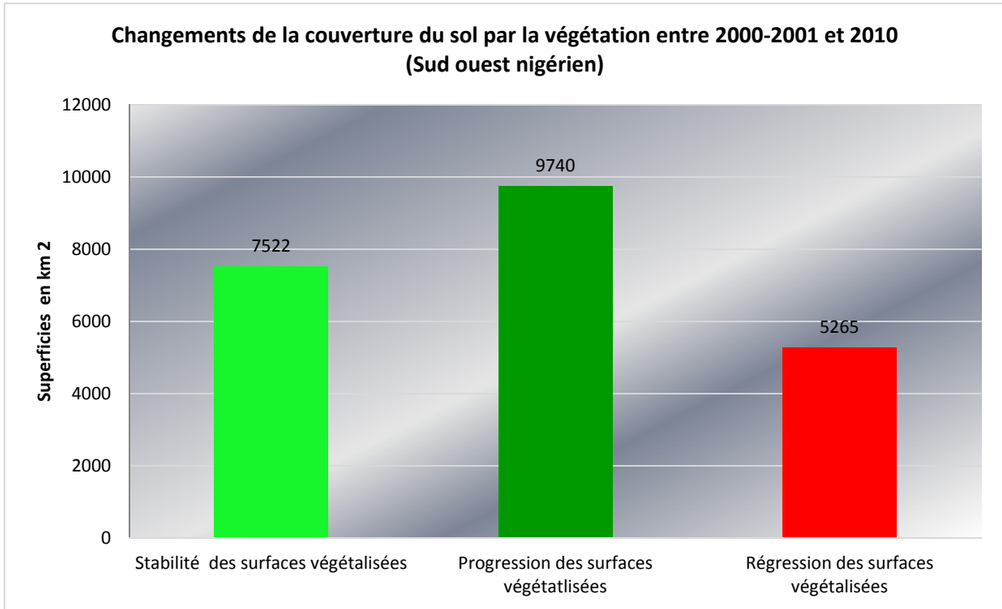
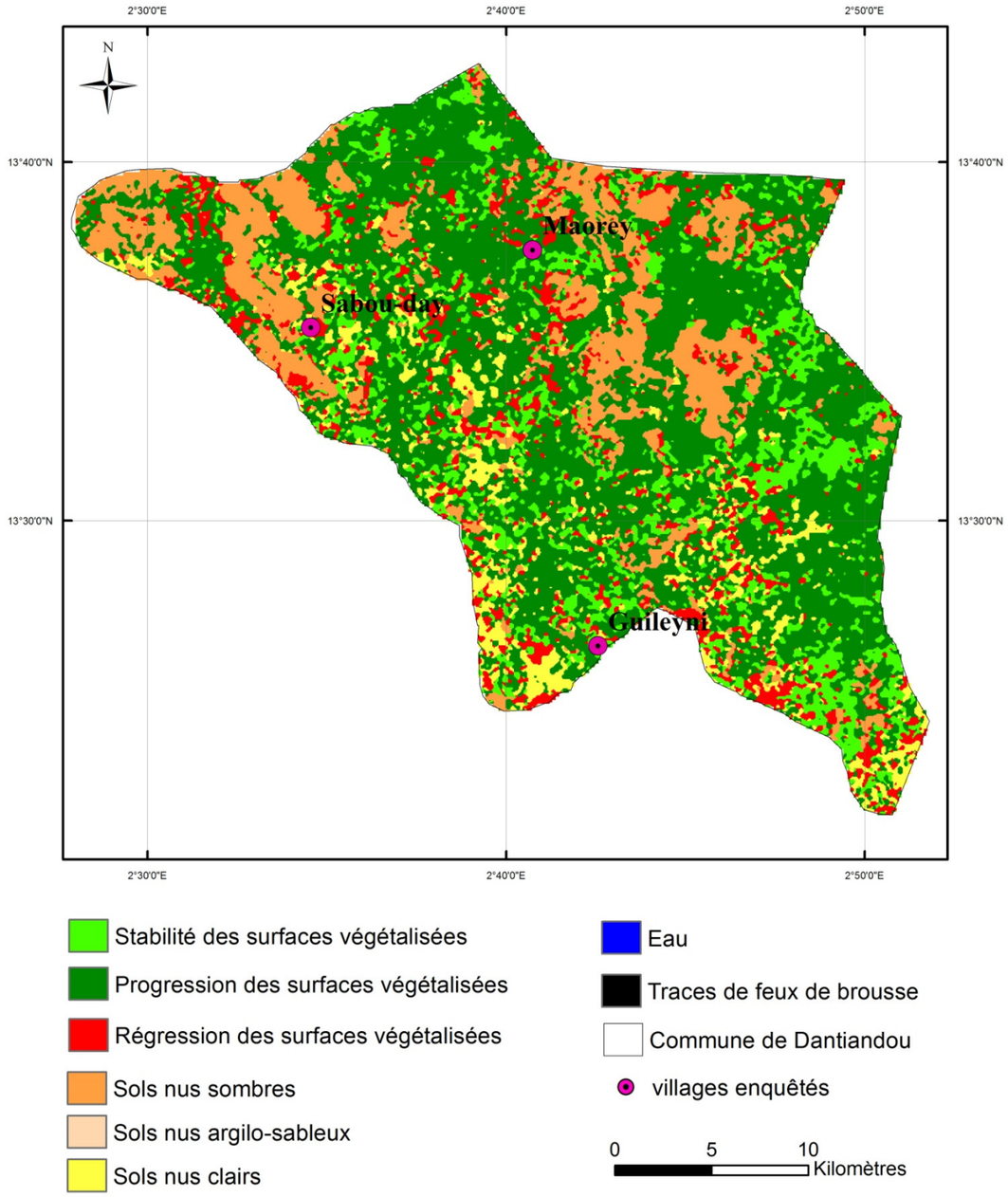


Figure n°6. 20: Quantification des changements dans l'occupation du sol entre 2000-2001 et 2010 (Fakara nigérien)

Le changement d'échelle d'observation conduit à un constat presque opposé. En effet, à l'échelle locale de la commune de Dantiandou, la période 1973-2000-2001 est caractérisée par une stabilité ou une progression des espaces végétalisés **(Figure n°6.21)** malgré une grande hétérogénéité spatiale des types de changement, la tendance à la progression et à la stabilité se concentre dans les parties basses du relief. Les taches correspondant à la régression des surfaces végétalisées sont essentiellement localisées sur les plateaux (classés en sols nus sombres). La quantification des surfaces **(Figure n°6.22)** montre une progression de 52 % des surfaces végétalisées soit 411 km^2 par rapport à la surface totale cartographiée à cette échelle. La régression de la végétation s'observe sur 9 % de l'espace cartographié soit 75 km^2 14 % des surfaces en végétation restant stables soit 115 km^2.

Entre le début des années 2000 et l'année 2010, la situation s'inverse complètement dans la commune de Dantiandou : on y observe une régression sensible des surfaces végétalisées qui touche l'ensemble de la commune de Dantiandou **(Figure n°6.23).** Le décompte des surfaces **(Figure n°6.24)** montre une régression sur 46 % de l'espace qui passe en sol nu, soit 370 km^2 de couverture végétale en moins par rapport à la période précédente. Les surfaces où la végétation est en progression ne sont évaluées qu'à 11 % soit 91 km^2 contre 15 % de stabilité quantifié à 120 km^2 des surfaces végétalisées.

Figure n°6. 21: Spatialisation des changements dans l'occupation du sol entre 1973 et 2000-2001 (Dantiandou)



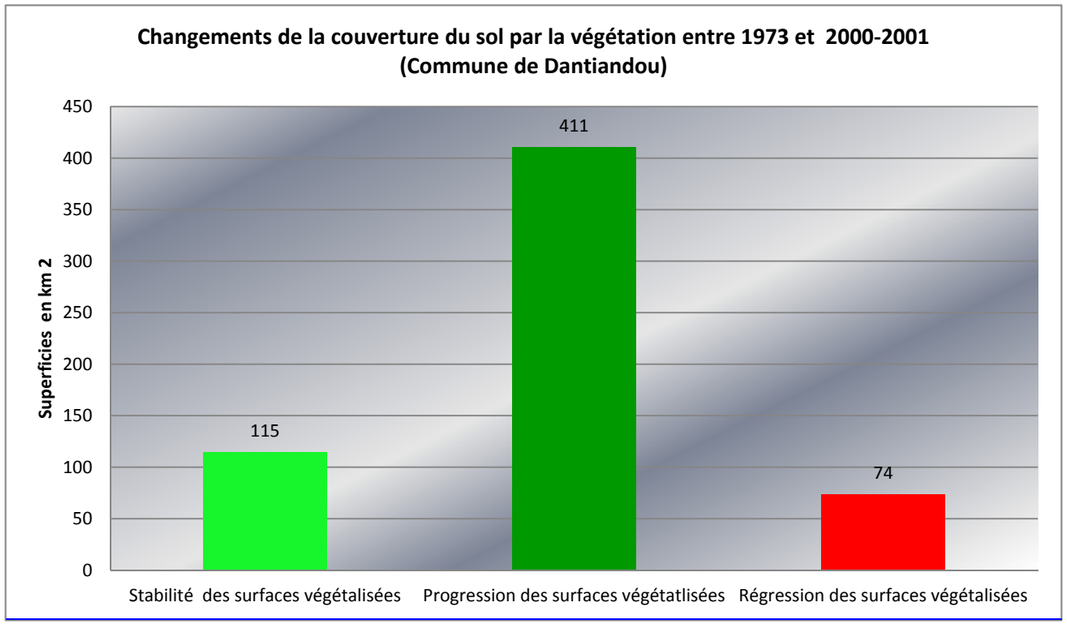
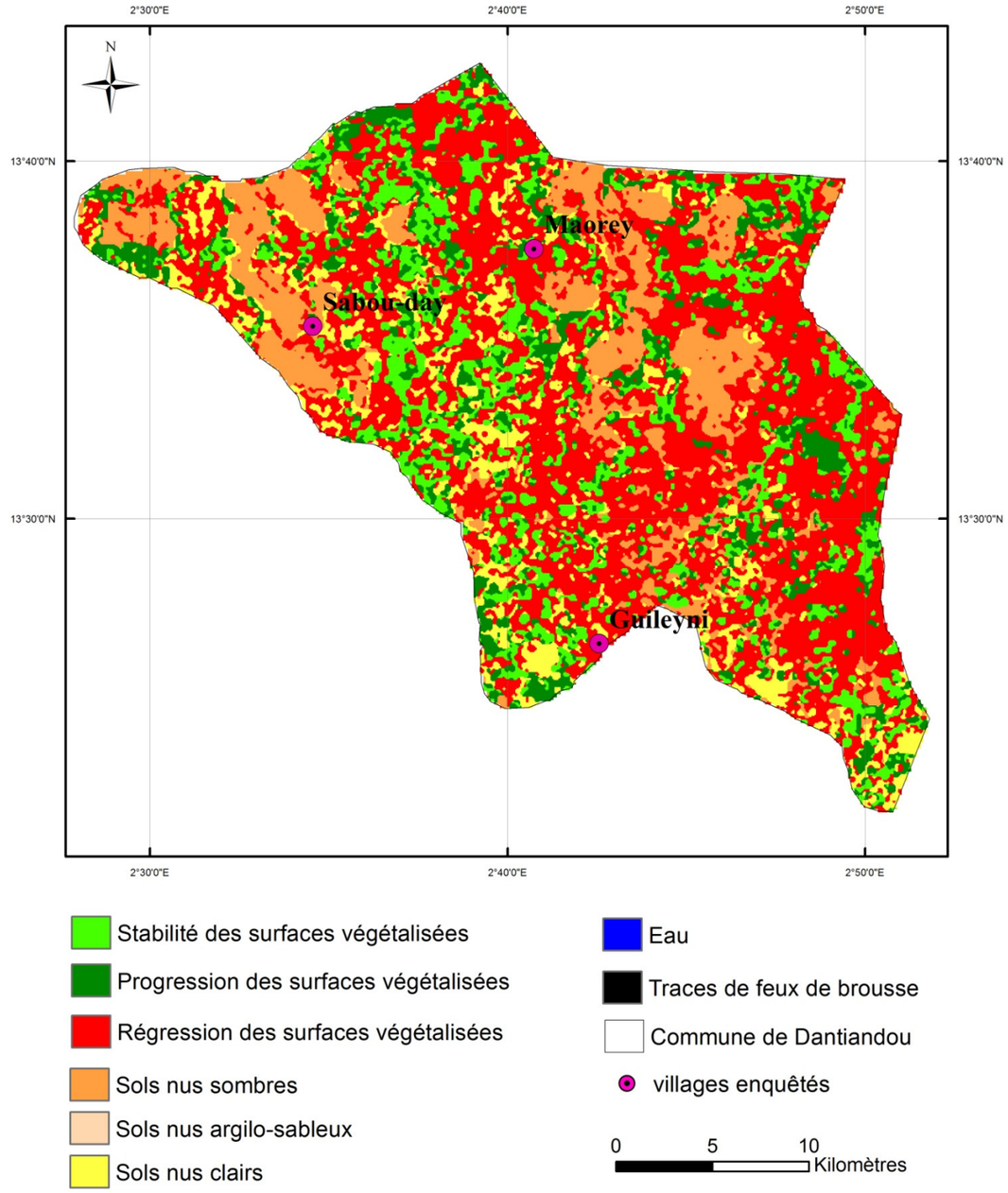


Figure n°6. 22: Quantification des changements dans l'occupation du sol entre 1973 et 2000-2001 (Dantiandou)

Figure n°6. 23: Spatialisation des changements dans l'occupation du sol entre 2000-2001 et 2010 (Dandiandou)



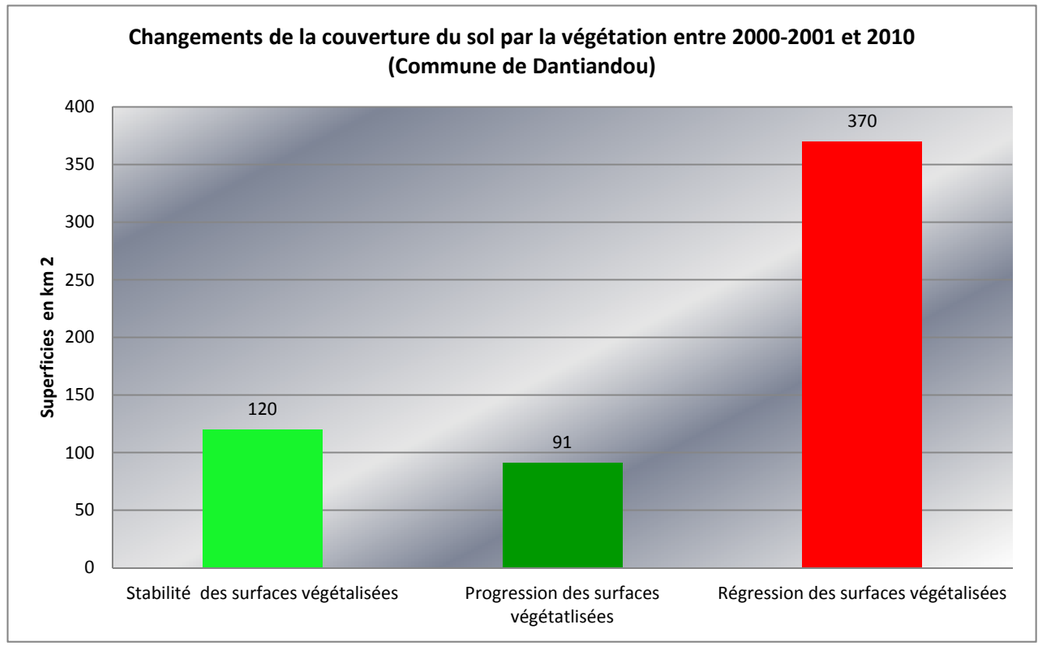


Figure n°6. 24: Quantification des changements dans l'occupation du sol entre 2000-2001 et 2010 (Dantiandou)

En résumé, on observe des discordances saisissantes entre les changements que l'on observe à l'échelle micro-régionale du Fakara nigérien et celles observés à l'échelle locale de la commune de Dantiandou, il est vrai située au nord de la micro-région étudiée, alors que les évolutions positives pour la végétation ont surtout été notées dans la partie sud, là où l'aire protégée du parc du W a empêché l'avancée du défrichement. Le contraste est, de ce fait, particulièrement marqué durant la période 2000-2010. Ces résultats pourraient nous conduire à évoquer préférentiellement le rôle du climat dans les changements à l'échelle régionale et celui de l'homme à l'échelle locale. Nous verrons par la suite s'il est possible de déterminer la part de l'homme et du climat dans les tendances qu'on observe aux différentes échelles.

6.3 Synthèse comparée des tendances et des facteurs explicatifs possibles

Les différentes tendances observées dans les changements d'occupation du sol doivent être lues d'abord à la lumière de l'évolution des précipitations au Sahel. En effet, les dates choisies pour mener nos études encadrent deux phases. Une première phase (1973-1999-2000) caractérisée sur le plan climatique par une succession importante d'années sèches avec d'importants déficits pluviométriques dans l'ensemble de la bande sahélienne. La deuxième phase (1999-2010) encadre la période dite de « reprise » ou de « retour » de la pluie. Cette dernière est marquée par une légère augmentation des quantités pluviométriques au Sahel. Elle a été amplement confirmée (Nicholson, 2005 ; Lebel *et al*., 2009 ; Nicholson, 2013). Il est désormais admis aussi bien dans l'ensemble du Sahel que dans les micro-régions que nous étudions, que l'occupation du sol, en particulier la couverture du sol par la végétation est étroitement liée au volume et au rythme des précipitations (Los *et al*., 2006 ; Mering *et al.,* 2010*).* L'amélioration sinon l'augmentation du volume des pluies s'accompagnerait a priori d'une densification du couvert végétal (Nicholson & Palao 1993 ; Nicholson *et al.,* 2000 ; Evans *et al.,* 2004 ; Olsson *et al.,* 2005 ; Hermann *et al.,* 2005 ; Lebel & Ali 2009).

6.3.1 Végétation et précipitations dans le Ferlo

Les tendances observées dans le Ferlo doivent être mises en regard avec l'évolution des précipitations. Nous avons vu plus haut qu'entre 1973 et 1999, on observait une tendance à la régression des surfaces végétalisées à l'échelle de la micro-région. Durant la même période, l'évolution des précipitations dans le Ferlo[36] montre une succession d'années humides entre 1951, 1958 et 1965. A partir de 1971, avec la baisse de la pluviométrie, les années sèches se succèdent jusqu'à la fin des années 1990 dans les stations de Louga et Matam (Fall, 2014) **(Figure n°6.25 et n°6.26).** A partir des années 2000, l'indice montre une amélioration de la pluviosité, remarquable pour la station de Matam, moins nette pour la station de Louga. Cette amélioration des précipitations s'accompagne

[36] D'après le calcul de l'indice standardisé des précipitations au sein des stations de Louga et Matam (deux stations qui couvrent cette micro-région)

également d'une progression importante des surfaces couvertes par la végétation sur la même période. On constate donc une certaine corrélation entre l'évolution des précipitations et celle du couvert végétal à l'échelle de la micro-région du Ferlo.

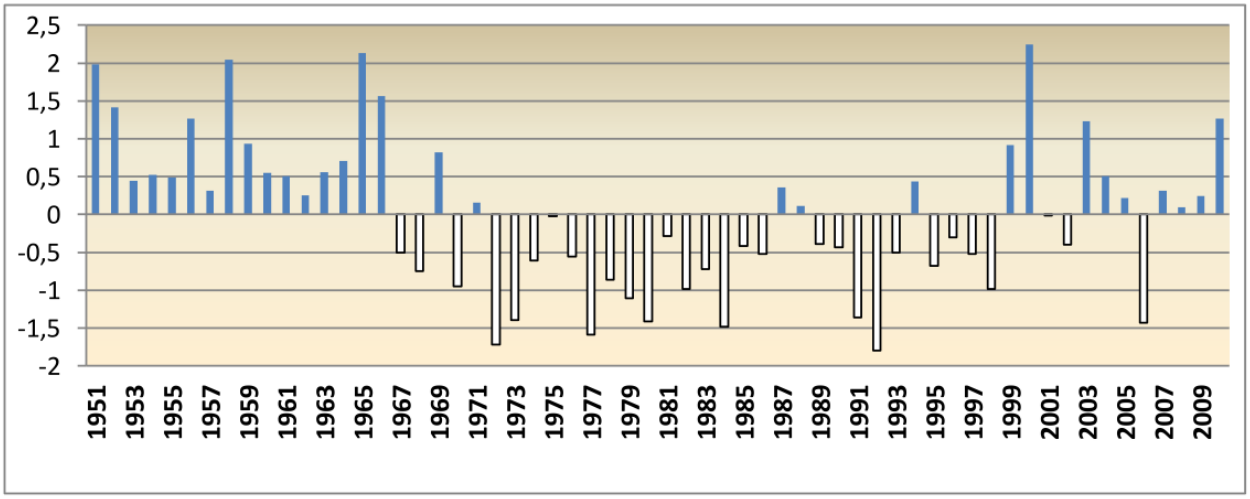


Figure n°6. 25: Évolution de l'indice standardisé des précipitations entre 1951 et 2010 à Matam (Ferlo) (Fall, 2014)

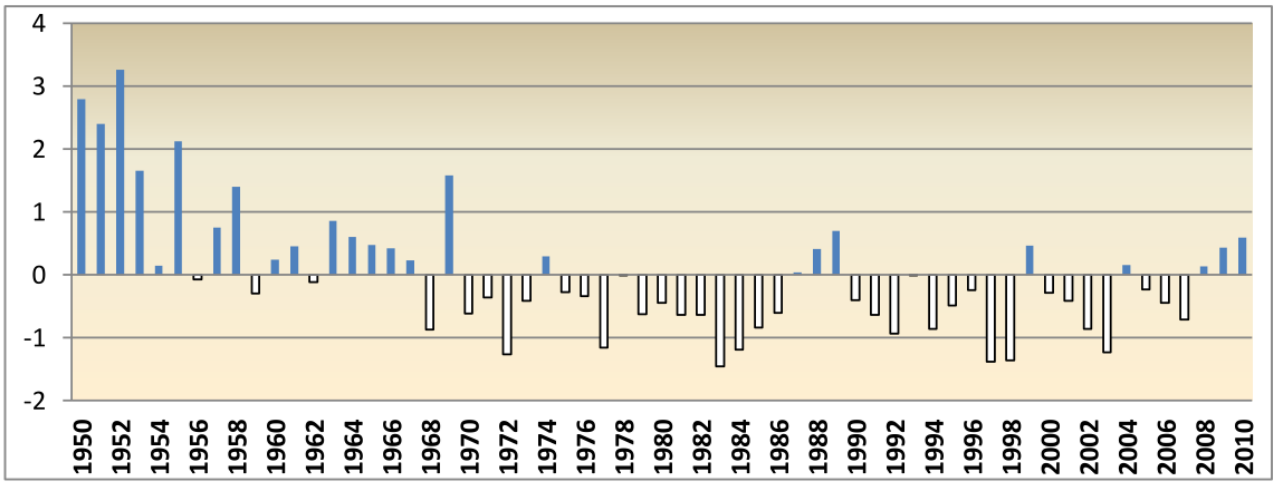


Figure n°6. 26: Évolution de l'indice standardisé des précipitations entre 1950 et 2010 à Louga (Ferlo) (Fall, 2014)

Cependant la situation apparaît plus complexe à l'échelle de la commune de Tésséké, où l'on remarque une augmentation de la couverture végétale à l'échelle communale durant la phase de sécheresse entre 1973 et 1999. On aurait pu s'attendre à l'évolution inverse. Cependant, comme montré au chapitre 5, la « progression » des espaces végétalisés masque l'éclaircissement de la formation de végétation fermée, passant à la végétation ouverte. Il s'agit donc d'une homogénéisation de l'occupation qui passe d'une mosaique de végétation dense et sol nu à une grande matrice de végétation ouverte.

Durant la période suivante, plus humide (1999-2010), on observe une tendance davantage caractérisée par une stabilité des surfaces végétalisées que par leur progression. Partant de ce constat, d'autres facteurs que le seul facteur climatique devront être pris en compte pour expliquer ces dynamiques. Parmi les facteurs explicatifs possibles, on pourra évoquer à la distribution spatiale des pluies, le rôle des sols et des microreliefs.

Dans la troisième partie de cette thèse nous nous focaliserons sur les facteurs qui relèvent de l'homme et de ses pratiques car nous pensons qu'ils participent également fortement aux tendances observées.

6.3.2 Végétation et précipitations dans le Gourma

Dans la micro-région du Gourma, la cartographie diachronique a montré une première phase marquée par la régression de la couverture végétale entre 1973 et 1999, et une seconde phase dominée par la progression de la couverture végétale. Ces tendances sont similaires aux deux échelles (locale et micro-régionale). Comparée à l'évolution des précipitations dans cette zone **(Figure n°6.27)**, on observe une forte corrélation entre le retour des précipitations d'une part et la reprise du couvert végétal de l'autre. La multiplication et l'expansion des mares, notées sur les images utilisées -de début de saison sèche-, constituent un autre indice

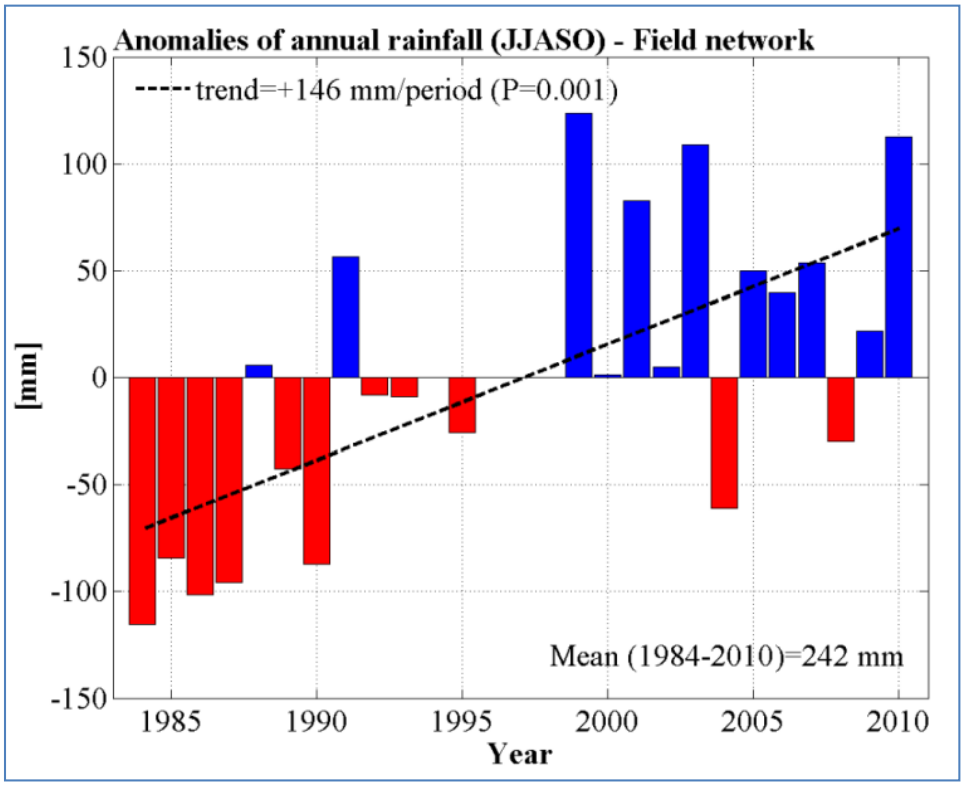


Figure n°6. 27: Évolution des précipitations entre 1984 et 2010 dans le Gourma malien (source : Dardel, 2014)

En effet, l'évolution des précipitations dans le Gourma montre une phase importante de reprise après les sécheresses du début des années 1980. Le retour des précipitations est particulièrement significatif dans les années 2000. Cette observation va dans le sens des conclusions de Dardel *et al.,* (2014) qui montrent une corrélation linéaire forte entre l'évolution des précipitations et celle de la végétation dans le Gourma malien, signe de la résilience du couvert végétal dans cette partie du Sahel. Sur la base de ces observations et de ces constats, on peut dire que l'évolution de l'occupation du sol dans le Gourma malien (échelle locale et micro-régionale comprises) est très sensible aux conditions environnementales même si le facteur humain, notamment les activités agropastorales, ne doit pas être négligé.

Ainsi, le rôle et l'influence des précipitations semblent être plus prégnants dans le Gourma que dans le Ferlo. Dans ce dernier, à l'échelle locale, les activités humaines impriment leurs marques et influencent les tendances de l'évolution de l'occupation du sol dans un sens qui ne concorde pas systématiquement avec l'évolution des précipitations.

6.3.3 Végétation et précipitations dans le Fakara nigérien

Les analyses diachroniques dans le Fakara nigérien ont mis en évidence une tendance caractérisée à la fois par des progressions et des régressions importantes des surfaces végétalisées. L'analyse spatiale de cette tendance révèle une forte dichotomie entre la partie nord et la partie sud de cette micro-région. Au sud, le Parc du W et ses alentours constituent de fait une limite aux confins de laquelle la stabilité et la progression de la végétation sont remarquables entre 1973, et le début des années 2000 ou l'année 2010. Au nord et au centre de la région, ce sont plutôt des tendances à un recul de la végétation qui sont remarquables.

Si l'on se réfère à l'évolution de la pluviométrie durant la même période **(Figure n°6.28)**, il paraît difficile de démonter une relation de cause à effet entre climat et changements d'états de surface. A l'instar des autres micro-régions, on observe une évolution positive des quantités pluviométriques relevées dans le Fakara nigérien à partir des années 1993-1994 **(Figure n°6.28).** A l'échelle de la micro-région, on observe, parallèlement à ce retour des pluies, une progression de la couverture végétale dans la partie sud (Parc du W et alentours). En revanche, à l'échelle locale, dans la commune de Dantiandou, située au nord de la micro-région étudiée dans le Fakara, malgré ce retour des pluies, les observations montrent une très forte régression de la couverture végétale notamment entre la fin des années 1990 et 2010, c'est-à-dire au moment de la reprise des précipitations.

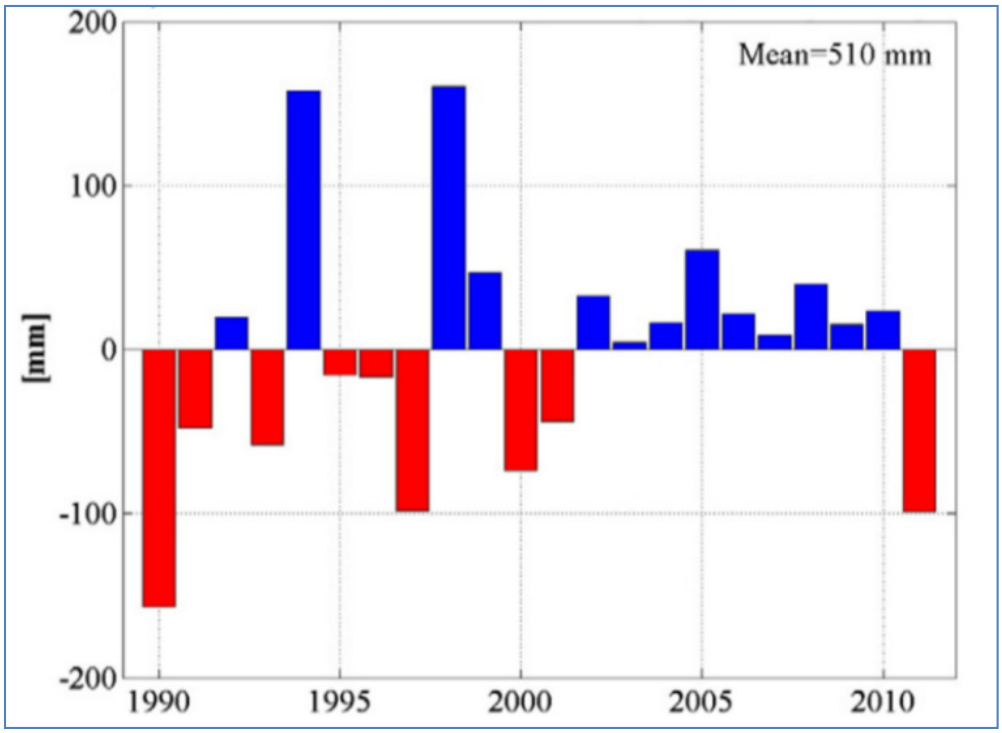


Figure n°6. 28: Évolution des précipitations entre 1990 et 2010 dans le degré carré de Niamey, (Source : Dardel, 2014)

Ainsi peut-on remarquer une particularité du Fakara nigérien par rapport aux deux autres micro-régions : contrairement à ce que l'on a pu constater dans les communes de Hombori et de Téssékré, on n'y observe pas de lien fort entre l'évolution de la pluviométrie et celle des surfaces végétalisées La compréhension d'une telle opposition entre ces deux tendances opposées doit faire intervenir d'une part la grande variabilité spatio-temporelle de la pluie mais surtout des changements spécifiques dans l'usage des sols (San Emeterio, 2015). Nous pensons que ces derniers ont très fortement influencé la répartition de la couverture végétale dans un sens que les seules tendances climatiques ne peuvent expliquer. Nous verrons en détails dans la troisième partie, le rôle et l'impact des pratiques dans les changements observés.

L'étude diachronique réalisée à partir de cartes d'occupation du sol élaborées à partir de scènes satellitaires enregistrées à différentes dates a permis de mettre en exergue les tendances observées dans chacune des micro-régions. La comparaison entre les résultats obtenus à différentes échelles (micro-régionales et locales) a permis de mettre en évidence aussi bien des concordances que des discordances entre les dynamiques régionales et locales ou entre les lieux étudiés.

Ainsi avons-nous mis en évidence qu'une tendance globale à la progression des surfaces végétalisées à l'échelle micro-régionale peut masquer une régression importante de ces mêmes surfaces lorsqu'on étudie le phénomène à l'échelle locale comme dans le cas du Fakara nigérien. Les dynamiques observées dans le Ferlo et dans le Gourma indiquent quant à elles une tendance à la progression des surfaces végétalisées durant la dernière décennie et ce, quelle que soit l'échelle d'observation. Cependant, l'analyse de la répartition spatiale des changements démontrent qu'il y a une opposition assez marquée entre le nord du Gourma (faiblement végétalisé) et le sud où le couvert est plus dense alors que dans le Ferlo, on note à la fois une opposition nord-sud mais aussi un contraste ouest-est, l'ouest ayant une couverture végétale moins importante que l'est du Ferlo.

À l'échelle locale, il y a moins de contrastes dans la commune de Téssékré avec une tendance globale caractérisée par la stabilité et la progression de la couverture du sol par la végétation. Tandis que dans la commune de Hombori, l'hétérogénéité liée aux microreliefs induit des dynamiques contrastées entre les bas-fonds et les dunes sableuses où le couvert végétal est plus dense que sur les zones de cuirasses latéritiques.

Après avoir mis l'accent sur ces différentes tendances, nous avons examiné l'influence de la pluviométrie sur les dynamiques observées. En accord avec les observations qui font état d'un retour des précipitations, on observe globalement une augmentation de la couverture végétale dans les trois micro-régions d'étude. Cependant il serait réducteur d'imputer seulement à la pluviométrie les évolutions observées dans l'occupation du sol. La concordance entre augmentation des précipitations et extension des surfaces végétalisées n'est pas toujours vérifiée à l'échelle locale notamment dans le cas de la commune de Dantiandou. De tels résultats peuvent donner à penser que les fluctuations de la pluviosité ne sauraient expliquer à elles seules l'évolution et la répartition du couvert végétal.

Ces constats nous conduisent à nous intéresser à d'autres facteurs que les changements climatiques pour expliquer les tendances observées. On peut ainsi penser que, outre les facteurs environnementaux liés aux reliefs, aux microreliefs, et aux sols, il faudra prendre en compte les pratiques agropastorales lesquelles évoluent avec la perception qu'ont les populations (éleveurs et agropasteurs) de leur environnement. La troisième partie de cette thèse s'attache à analyser les éléments qui peuvent être directement en lien avec l'évolution des sociétés rurales et de leurs pratiques.

CONCLUSION PARTIE 2

Dans la deuxième partie, nous avons présenté une méthode d'analyse des images satellite dans l'objectif de cartographier l'occupation du sol. Cette méthode se fonde sur la combinaison entre l'interprétation analogique des compositions colorées et l'analyse numérique multi-spectrale axée sur l'interprétation des courbes spectrales à partir de la méthode des nuées dynamiques.

La comparaison des résultats a permis de mettre en évidence les contrastes entre les trois micro-régions et les trois sites d'études. Nous avons observé qu'une tendance globale à la progression des surfaces végétalisées à l'échelle micro-régionale peut masquer une régression importante de ces mêmes surfaces lorsqu'on étudie le phénomène à l'échelle locale comme dans le cas du Fakara nigérien. En effet, entre 1973-2000-2001, les surfaces végétalisées ont progressé de 25 % soit 9 106 km 2 par rapport à la surface totale cartographiée dans le sud ouest nigérien. Les secteurs en régression ont été évalués à 7 637 km 2. Entre 2000 et 2010, le décompte des surfaces fait ressortir 9 740 km 2 de progression soit 27 %, contre 5 265 km 2 de régression soit 14 % et 20 % de stabilité quantifié à 7 522 km 2 des surfaces végétalisées. A l'échelle locale, entre 1973-2000-2001, les surfaces végétalisées dans la commune de Dantiandou ont connu une progression de 52 % soit 411 km 2 par rapport à la surface totale cartographiée à cette échelle contre 9 % de l'espace cartographié soit 75 km 2. La situation s'est totalement inversée entre 2000 et 2010. Le décompte des surfaces montre une régression sur 46 % de l'espace qui passe en sol nu, soit 370 km 2 de couverture végétale en moins par rapport à la période précédente.

Comparé à la micro-région du sud ouest nigérien, on a observé dans le Gourma une régression importante du couvert végétal entre 1973 et 1999 de l'ordre de 23 % soit 10 243 km 2. Sur la même période, quelques secteurs ont connu, à l'inverse, une légère augmentation de la couverture végétale de l'ordre de 14 %. Entre 1999-2010, la végétation a progressé de 18 % soit 8 100 km 2 de surfaces cartographiées contre 7 % de régression soit 3 084 km 2. A l'échelle locale, on a observé entre 1973-1999, 611 km 2 de régression soit 26 % contre 411 km 2 de progression soit 18 % des surfaces de la commune de Hombori. Entre 1999 et 2010, les surfaces végétalisées ont augmenté de 18 % soit 432 km 2 alors que les surfaces en régression ne représentent que 6 % (152 km 2).

Par rapport aux micro-régions du Fakara et du Gourma, l'observation des changements dans le Ferlo met en évidence une ouverture du couvert végétal 1973 et 1999 avec un recul de 22077 km 2 soit 26 % de l'espace cartographié et une progression de 19 652 km 2 soit 23 % des surfaces. Sur la même période, les secteurs caractérisés par la stabilité ont été évalués à 21 % soit 17 828 km 2. Entre 1999 et 2010, nos observations font état d'une progression du couvert végétal de l'ordre de 19 000 km 2 soit 24% des surfaces cartographiées. A l'échelle locale, entre 1973 et 1999, on a observé dans la commune de Téssékré une progression de la couverture végétale de l'ordre de 1 547 km 2 soit 75 % de l'espace cartographié contre seulement 59 km 2 de surfaces où est notée une régression soit 2,8 % des surfaces cartographiées. Entre 1999 et 2010, le décompte des surfaces fait état d'une progression de la végétation évaluée a 413 km 2 soit 20 % des surfaces, alors que celle-ci a régressé sur 13 % des surfaces au cours de la même période soit 270 km 2.

Ainsi nous avons observé sur le plan spatio-temporel les différents changements qui caractérisent l'occupation du sol dans les trois micro-régions. Nous avons également vu que parallèlement à ces phases de progression du couvert végétal, il y a une amélioration notable des pluies qui pourrait expliquer en partie les changements observées.

PARTIE 3

« Pour nos anciens, particulièrement pour les « hommes de connaissance » […], la logique s'appuyait sur une autre vision du monde, où l'homme était relié d'une façon subtile et vivante à tout ce qui l'environnait. Pour eux, la configuration des choses à certains moments clés de l'existence revêtait une signification précise qu'ils savaient déchiffrer. « Sois à l'écoute, disait-on dans la vieille Afrique, tout parle, tout est parole, tout cherche à nous communiquer une connaissance… »

(Amadou Hampâté Bâ, Amkoullel, l'Enfant peul, Mémoires I, 1991).

TROISIEME PARTIE: Changements socio-environnementaux et rapports à l'espace: perceptions, pratiques et stratégies d'adaptation

« Les recherches en matière de perception de l'environnement portent sur un aspect typique des relations homme-environnement, puisqu'il s'agit d'une approche où la compréhension, individuelle et collective, de l'environnement est considérée comme un des facteurs déterminants qui façonnent cet environnement à travers les choix et les comportements de l'être humain » (Whyte, 1978)[37].

L'organisation spatiale des micro-régions que nous étudions est, pour une large part, le résultat des années de grande sécheresse qui ont contribué à des modifications importantes dans l'occupation du sol et dans les itinéraires de transhumance. Ces changements ont, on l'a vu, ont pris des formes différentes dans les trois cas étudiés. Actuellement, dans un contexte climatique différent, des changements significatifs sont toujours en cours dans l'ensemble sahélo-soudanien. Comme nous l'avons évoqué au chapitre 2 **(section 2.1.1 et 2.1.2),** en contraste avec les périodes de grande sécheresse au cours des années 1970 et 1980, on assiste à une certaine reprise des précipitations à partir des années 1990. Cette amélioration de la pluviométrie devrait a priori s'accompagner de nouvelles conditions environnementales dont on peut supposer qu'elles devraient augmenter les ressources fourragères. Dans ce contexte, nous émettons l'hypothèse que l'adaptation aux nouvelles conditions environnementales sera guidée par les perceptions qu'ont les agropasteurs de ces évolutions.

Ainsi, partons-nous du postulat que les décisions, les actions et les pratiques des éleveurs sont guidées par leur perception de l'évolution de leur environnement. Dans cette troisième partie, nous étudierons donc les stratégies d'adaptation des éleveurs à la lumière de leurs perceptions et de leurs représentations de l'espace et de l'évolution des ressources pastorales.

Le **chapitre 7** portera sur l'évolution des rapports à l'espace des habitants des micro-régions. Il y sera également fait un état des lieux des principales stratégies d'adaptation qui ont été observées et étudiées depuis la grande sécheresse jusqu'à nos jours. Dans ce chapitre, sera présenté le contexte général de la transhumance ainsi que les différentes formes d'adaptation dans les trois micro-régions d'étude. Nous exposerons dans le **chapitre 8** les méthodes d'enquêtes de terrain et d'analyses de données que nous avons adoptées. Nous finirons par la présentation et l'analyse des résultats sur l'évolution récente des perceptions, pratiques et stratégies d'adaptation dans les **chapitres 9 et 10.**

[37] Ce point de vue a été développé par Anne Whyte, chercheure de l'institut d'étude sur l'environnement, à l'université de Toronto. Extrait d'une note technique du programme intergouvernemental sur l'homme et la biosphère (MAB), lancé par l'UNESCO en 1970. Ce programme avait pour objectif de développer, avec l'apport des sciences naturelles et sociales, une base rationnelle pour l'utilisation et la conservation des ressources de la biosphère et pour l'amélioration des relations entre l'homme et l'environnement.

Chapitre 7

Chapitre 7: L'espace et ses représentations chez les pasteurs et agropasteurs des trois micro-régions

Afin de comprendre les perceptions des sociétés rurales sahéliennes sur l'évolution de leurs ressources et de leurs activités, il est important dans une approche géographique, de mettre en évidence leurs représentations, leurs rapports à l'espace. Comprendre la manière dont ils se représentent l'espace permettra d'éclairer leurs pratiques de l'espace et la façon dont ils s'adaptent aux changements socio-environnementaux observés. Dans cette perspective, l'exposé qui suit est consacré à l'étude des rapports des pasteurs et des agropasteurs à l'espace avant d'évoquer les différentes pratiques et leurs évolutions.

7.1 L'espace et ses représentations dans les microrégions d'étude

Au Sahel comme ailleurs, le contrôle de l'espace est un enjeu crucial pour les pouvoirs et les populations. Dans les secteurs sahéliens du Sénégal, du Mali et du Niger, l'occupation, l'utilisation du sol et le rapport à l'espace des différentes communautés ont été fortement influencés par les logiques coloniales. Alors que l'espace se trouvait traditionnellement partagé entre les activités agricoles pratiquées par les sédentaires d'un côté et les activités pastorales des éleveurs nomades et transhumants de l'autre, l'administration coloniale est intervenue dans ces modes de partage de l'espace entre différentes modes de production. C'est ainsi que dans une circulaire du 7 janvier 1913, le lieutenant-colonel Sadorge, administrateur colonial dans le soudan français écrivait *« Il est de notre devoir, tant au point de vue économique qu'au point de vue politique, de favoriser l'action de l'agriculture plutôt que celle des pasteurs »*. Cette intervention s'opposait à la légitimité d'occupation et d'utilisation historique de l'espace par les éleveurs. Ainsi, lors de la période coloniale, les bases favorisant l'occupation agricole des terres au détriment des activités d'élevage ont-elles été posées.

On retrouve, après la période coloniale, cette lecture des évolutions nécessaires des sociétés rurales sahéliennes vers une amélioration de son agriculture au détriment des activités pastorales. Par exemple, pour l'agronome René Dumont (1986), l'élevage a pour principale fonction de fumer les terres, ce qui sous-entend sa sédentarisation. Au niveau des institutions internationales, c'est également l'idéologie qui domine à la FAO ou dans les programmes de lutte contre la désertification. La perception de la territorialité et des modes d'occupation de l'espace par les sociétés rurales sahéliennes s'est ainsi trouvée profondément façonnée par la nette séparation entre espaces agricoles et espaces pastoraux (Le Roy, 1999). D'autant plus que, toujours depuis la période coloniale, les parcours ont été considérés comme relevant des espaces forestiers, donc gérés par les ingénieurs issus de ce grand corps de l'État dont le plus influent au Sahel et au Soudan fut André Aubréville (voir notamment son texte, déjà cité en 1e partie, de 1949).

La vision dominante projetée sur les pratiques spatiales des éleveurs a considéré la transhumance et le nomadisme comme des pratiques archaïques et irrationnelles (Marty, 2001). À l'inverse, toute transformation de pâturages naturels en champs reste considérée comme une mise en valeur des terres. Les territoires occupés par les agriculteurs sédentaires sont reconnus juridiquement contrairement aux terres de parcours des éleveurs. Cette conception traduit une volonté de contrôler l'espace à tout prix et de contrôler des groupes humains en leur imposant une assise territoriale forte en vue d'asseoir une autorité politique. Par ailleurs, il en est résulté que certains groupes, ne voulant pas se soumettre aux autorités coloniales ou post-coloniales sont entrés en rébellion. Après les indépendances, la même politique a continué. Des conflits ont éclaté dans les régions septentrionales du Mali et du Niger en lien avec la poursuite de ces politiques de sédentarisation forcée. Cette instabilité perdure aujourd'hui, prenant de nouvelles formes.

Le primat de la sédentarité sur la mobilité (Mohamadou, 2009) en termes d'occupation de l'espace est très ancré dans les systèmes agraires des trois micro-régions d'étude. Ainsi, dans le Ferlo, la logique d'appropriation de l'espace se fait-il en fonction des pratiques agricoles. Les populations wolof venues dans le Ferlo sont des agriculteurs sédentaires. Il s'agit également de propriétaires terriens dont le rapport à l'espace est un rapport foncier à des terres qui leur ont été confiées pour être mises en valeur par l'agriculture. Ces populations ont donc un rapport spécifique à la terre qu'elles envisagent comme un enjeu sociopolitique et surtout économique (Sidibé, 2005). Cette appropriation des terres se traduit essentiellement par des défrichements et une mise en culture. Ainsi les champs cultivés deviennent-ils des zones mises en défend, interdites d'accès aux éleveurs peuls pendant la saison des pluies dans le sens où elles fragmentent les parcours**.** Dans le cadre de la transhumance, les Peuls doivent éviter ces champs sous peine de poursuite de la part de ces agriculteurs. Ainsi, avec l'avancée du front agricole, on assiste à une concurrence spatiale entre Peuls et Wolofs qui peut s'accentuer jusqu'à des situations conflictuelles. On retrouve le même type de concurrence pour l'espace avec les éleveurs peuls chez la population Songhaï du Gourma malien et la population zarma du Fakara nigérien, toutes sédentaires. Il n'existe cependant pas de front de conquête comme au Ferlo, les Songhays et les Zarmas n'étant pas de nouveaux venus sur le territoire. D'autres régions comme l'ouest du Burkina sont confrontées à cette concurrence entre agriculteurs et éleveurs avec une accentuation des conflits entre les différents groupes (Gonin, 2016).

S'agissant des Peuls, leur rapport à l'espace est très différent de ce que l'on observe chez les Wolofs, les Songhays, et les Zarmas. En effet, dans les micro-régions d'étude, les Peuls, quoiqu'ils souhaitent de plus en plus avoir accès aux terres agricoles, sont majoritairement des éleveurs transhumants et nomades. Pour eux, les pâturages constituent une ressource commune dont l'usage est très variable dans le temps et dans l'espace. Les groupes d'éleveurs entretiennent un rapport à l'espace qui met la mobilité des troupeaux au centre de leur activité. Cette mobilité leur permet d'aller chercher des ressources fourragères et des ressources en eau pour assurer la survie du bétail et donc pour maintenir

leurs activités. Ces ressources étant inégalement réparties dans le temps et dans l'espace, ils ne visent pas une appropriation territoriale mais sont plutôt, de façon permanente, à la recherche d'un espace pastoral viable. Dans cette recherche d'espaces propres à l'usage pastoral, la temporalité et la saisonnalité sont centrales. Ainsi, les campements sont-ils souvent temporaires, variant en fonction des saisons. Ces campements peuvent se définir comme étant des « lieux mobiles » en référence à « l'espace mobile » de Retaillé (2005). En conséquence, observe-t-on une grande plasticité de l'espace pastoral en fonction de la disponibilité de la ressource fourragère, suivant la saison.

Ce rapport particulier à l'espace chez les Peuls prend tout son sens dans le cadre de la transhumance. A la recherche de pâturages et de points d'eau pour le bétail, l'ancrage spatial et territorial est rythmé par la succession des saisons qui conditionnent la disponibilité, l'abondance, ou au contraire la raréfaction des ressources pastorales. Cette transhumance a évolué dans le temps et dans l'espace depuis l'époque des grandes sécheresses. Dans la section suivante **(7.2)** nous tenterons de dégager les caractéristiques et les évolutions de cette pratique ancestrale.

7.2 Rapport à l'espace et stratégies d'adaptation : la question de la transhumance

La transhumance traduit à la fois un rapport à l'espace et une stratégie d'adaptation à un environnement contraignant, notamment chez les éleveurs. Elle peut être définie comme une pratique de mobilité, permettant aux éleveurs de se déplacer avec leurs troupeaux à la recherche de pâturage et de points d'eau nécessaires à l'alimentation du bétail. Cette pratique de mobilité est différente du nomadisme dans la mesure où les éleveurs se déplacent mais rebroussent chemin à certaines saisons pour retrouver leur terroir d'attache alors que les éleveurs nomades n'ont pas d'habitat fixe et permanent (Wane, 2006 ; Nori, 2007). Leurs déplacements mobilisent toute la famille sur de très grandes distances et parfois pour plusieurs mois. Les ressources pastorales (eau, fourrage) étant caractérisées par une grande variabilité spatio-temporelle au Sahel, la transhumance permet aux éleveurs de s'adapter à la raréfaction et/ou au manque de ressource suivant les saisons. Au-delà d'une simple stratégie d'adaptation, la transhumance est un mode de vie et une pratique pastorale (Daget & Godron, 1995 ; Boutrais, 1997 ; Wane, 2006 ; Sawadogo, 2011). Ce mode de vie, cette pratique ancestrale rythme et organise la vie économique, sociale, culturelle des peuples d'éleveurs qui le pratiquent de génération à génération.

7.2.1 Contexte général et évolution de la transhumance

Dans les pays du Sahel, et donc dans les trois micro-régions d'étude, les pratiques de la transhumance tout comme le nomadisme ont été mises en cause et fortement critiquées au lendemain des indépendances. Le pastoralisme était alors jugé inopérant dans la gestion des espaces des jeunes états en Afrique sahélienne (Sawadogo, 2011) dans la mesure où il leur fallait contrôler l'espace et les hommes. Ce contrôle de l'espace et surtout des hommes ne pouvait se concrétiser qu'en développant des politiques, des mesures qui visaient à fixer les pasteurs pour mieux les contrôler (Jaubert, 1997). Cette volonté politique s'alimentait d'une vision qui faisait du pasteur un être dénué de bon sens économique et qui, par ses activités, serait responsable de la dégradation de l'environnement. Le manque de ressource et la dégradation de l'environnement seraient rendus inéluctables par les pratiques de mobilité des éleveurs dans la mesure où ceux-ci, considérant les pâturages comme un bien commun, y viennent nombreux avec leurs troupeaux ce qui entraîne mécaniquement des dégradations du fait du surpâturage et du piétinement (Hardin, 1968 ; Moorehead & Lane, 1995). On peut comprendre alors qu'une telle vision puisse disqualifier les pratiques de mobilité des éleveurs. C'est sans doute cette approche qui a incité les états sahéliens comme le Sénégal ou le Mali à promouvoir des politiques de sédentarisation des éleveurs. Ces politiques ont été, en général, des échecs à la fois du point de vue de la sédentarisation mais aussi du développement pastoral en général. On peut cependant excepter l'amélioration de l'accès à l'eau à travers l'implantation de forages dans une région comme le Ferlo.

Face aux agro-écologues dont la figure la plus connue était René Dumont (relayé aujourd'hui par son « disciple », Marc Dufumier), des chercheurs ont pris position en faveur de l'élevage sahélien. En effet, depuis les grandes sécheresses, une partie de plus en plus grande de la communauté scientifique défend l'idée que le pastoralisme aussi bien transhumant que nomade contribue à la mise en valeur d'un environnement incertain (Scoones, 1999 ; Wane, 2006 ; Hiernaux, 2013)[38]. Parmi les pratiques adaptatives, la transhumance tient une place centrale.

Dans le domaine du pastoralisme transhumant, l'élevage bovin domine avec 80 à 90 % du secteur dans les pays sahéliens (CEDEAO/CSAO, OCDE, 2008). Les flux de transhumance ont connu des modifications importantes lors des principaux épisodes de sécheresse (1972/1973, 1983/1984). Ainsi on a assisté à des mouvements massifs en direction du sud, vers le domaine soudanien, plus humide et pourvoyeur de ressources fourragères riches et abondantes.

A l'échelle de la bande sahélienne, les flux de transhumance évoluent au rythme des saisons. La trajectoire classique Nord/Sud **(Figure n°7.1)** est directement liée aux fluctuations de la pluviosité. Les troupeaux se déplacent en direction du sud pendant la saison sèche à la

[38] Le programme ECliS a regroupé quelques-uns d'entre eux. Ce programme s'était fixé comme objectif d'évaluer la contribution de l'élevage à la réduction de la vulnérabilité des populations sahéliennes.

recherche de fourrage et de points d'eau (Stenning, 1959). Pendant la saison des pluies, les mouvements prennent la direction inverse, s'éloignant ainsi des zones mises en culture à cette période de l'année.

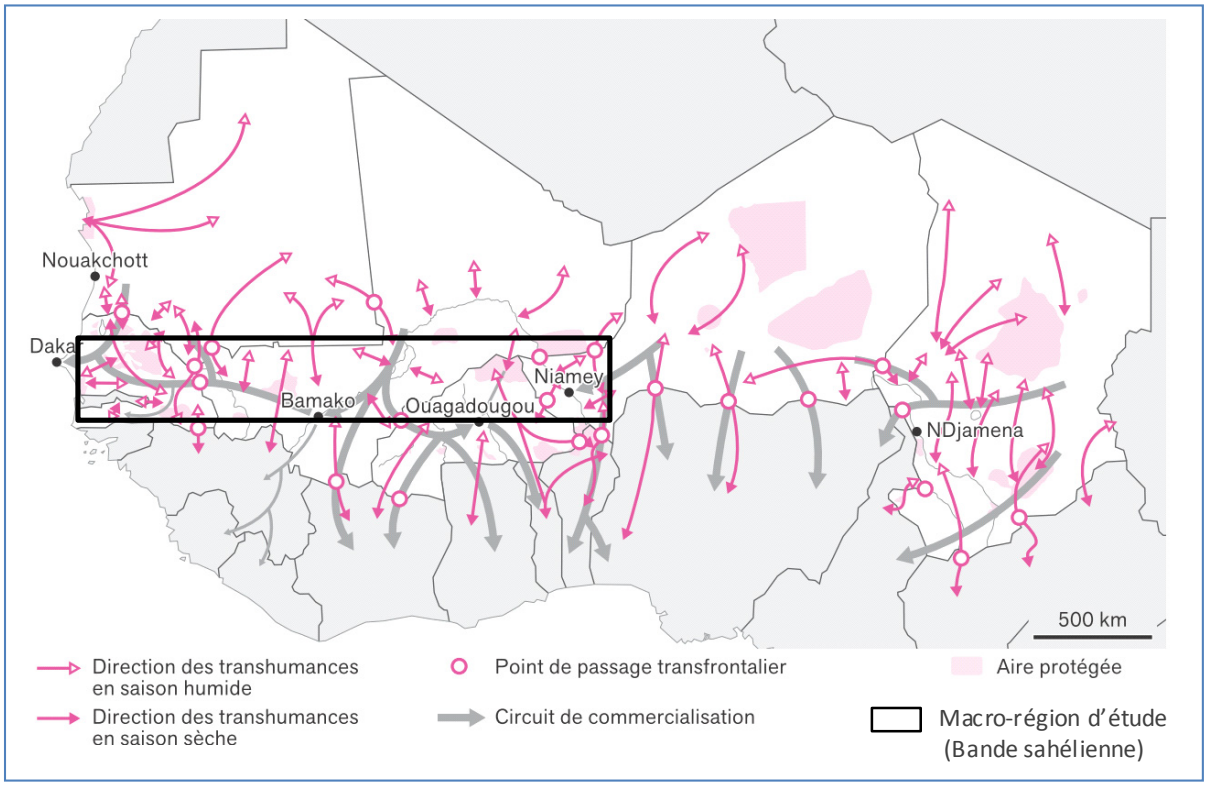


Figure n°7. 1: Axes de transhumance et circuits commerciaux du bétail au Sahel
(Source: Touré et al, 2012, *« Atlas des évolutions des systèmes pastoraux au Sahel. Système d'information sur le pastoralisme au Sahel », Rome, FAO, CIRAD).*

Nous allons maintenant décrire la spécificité de la transhumance et la façon dont elle s'inscrit dans l'espace au sein des trois micro-régions d'étude.

7.2.2 Evolution de la transhumance dans le Ferlo

Dans le Ferlo, les éleveurs transhumaient traditionnellement en direction de la vallée du fleuve (*waalo*) pendant la saison sèche, et retournaient vers le Ferlo central (*Diéri*) dès le début de l'hivernage. Cette mobilité en direction de la vallée du fleuve Sénégal permettait de tirer profit des pâturages de décrue **(Figure n°7.2)**. Il s'agissait d'une stratégie d'adaptation au manque de ressources pendant la saison sèche (Barral, 1982 ; Touré, 1990 ; Sy, 2010 ; Camara, 2013). Dans les années 1950, les flux de transhumance marquaient ainsi l'espace pastoral du Ferlo.

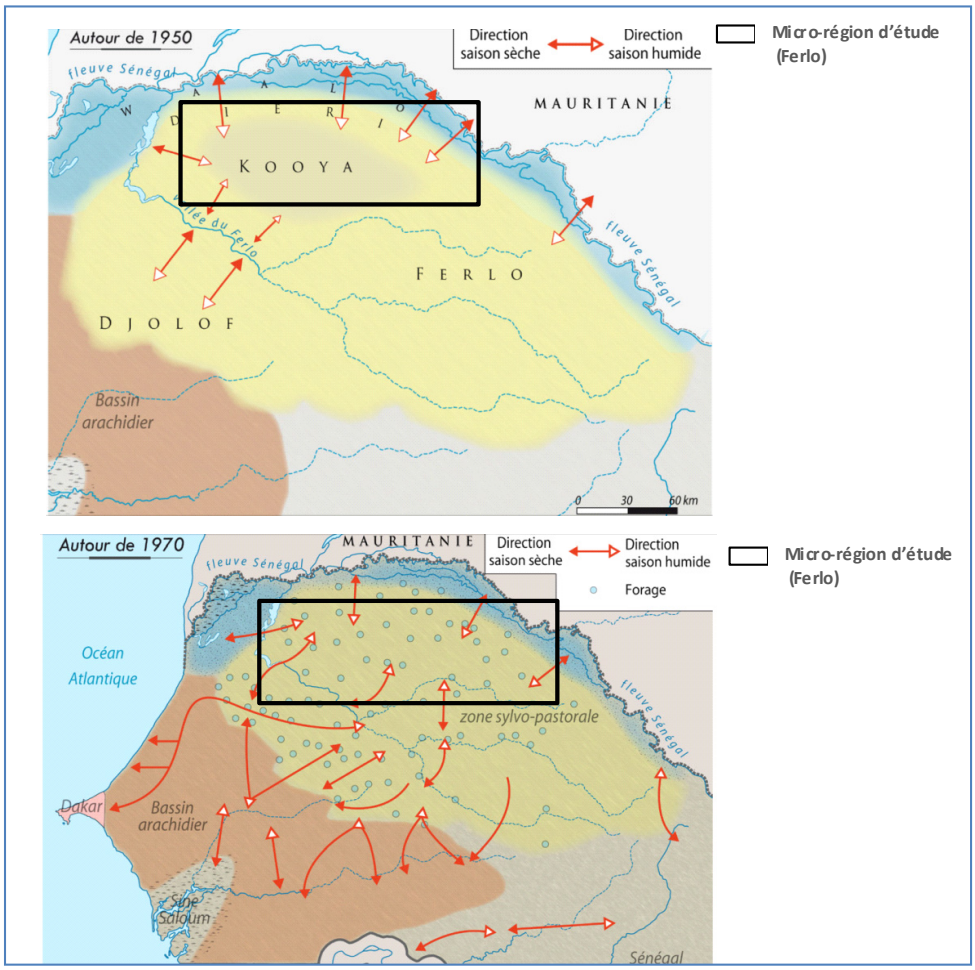


Figure n°7. 2: Evolution des axes de transhumance avant, pendant et après les grandes sécheresses de dans le Ferlo

(Source: Touré et al, 2012, *« Atlas des évolutions des systèmes pastoraux au Sahel. Système d'information sur le pastoralisme au Sahel », Rome, FAO, CIRAD).*

D'après Christian Santoir (1977, 1983) : « *c'est la mobilité et l'aptitude à changer de solution »* qui ont sauvé les Peuls du Galodjina (Ferlo, Sénégal) pendant les sécheresses des années 1972-1973. Une analyse approfondie des stratégies mises en place lors de ces années déficitaires, montre que les éleveurs du Ferlo étaient très vulnérables pour un certain nombre de raisons. Parmi ces raisons, Santoir cite : *« une vulnérabilité accrue liée à une politique de l'eau qui visait entre autres à la fixation des Peuls dans les années 1950-1960 »*. En effet, la mise en place des forages réglait le problème de l'eau mais pas celui du fourrage. Cette politique de l'hydraulique pastorale a eu comme conséquences un raccourcissement des parcours et un moindre suivi dans la conduite des troupeaux. L'absence de crises climatiques avant les années 1970 a eu un effet trompeur pour certains éleveurs. Ils avaient pu, dans la période précédente, sans dommage apparent négliger les fondements de l'élevage en milieu sahélien qui reposent sur une mobilité opportuniste sur des distances plus ou moins longues. La période de diminution des précipitations qui débute à la fin des années 1960 a sévèrement touché les éleveurs restés sur place. Seuls les éleveurs qui ont opté alors pour les déplacements longs en direction du sud, vers le bassin arachidier, ont réussi à sauver une partie de leurs troupeaux, mais ils ont rencontré une nouvelle forme de concurrence pour l'espace.

C'est dans un tel contexte que les éleveurs du Ferlo ont repoussé les limites des zones de transhumance en direction du sud **(Figure n°7.3).** A partir des années 2000, on note une extension des flux en direction du Sénégal oriental. D'après Camara (2013), ces déplacements sont surtout effectués par des éleveurs de petits ruminants. Les distances parcourues peuvent atteindre 300 km en moyenne. Le développement de la riziculture dans la vallée du fleuve a aussi joué un rôle dans la réorientation des flux de transhumance. En effet, aujourd'hui on assiste dans le nord du Ferlo à un morcèlement progressif et à une fragmentation des espaces autrefois pâturés au profit d'une mise en culture. Cette augmentation des surfaces cultivées dans la vallée n'est pas favorable aux pâturages de décrue ce qui peut expliquer ces changements actuels de direction de la transhumance dans le Ferlo.

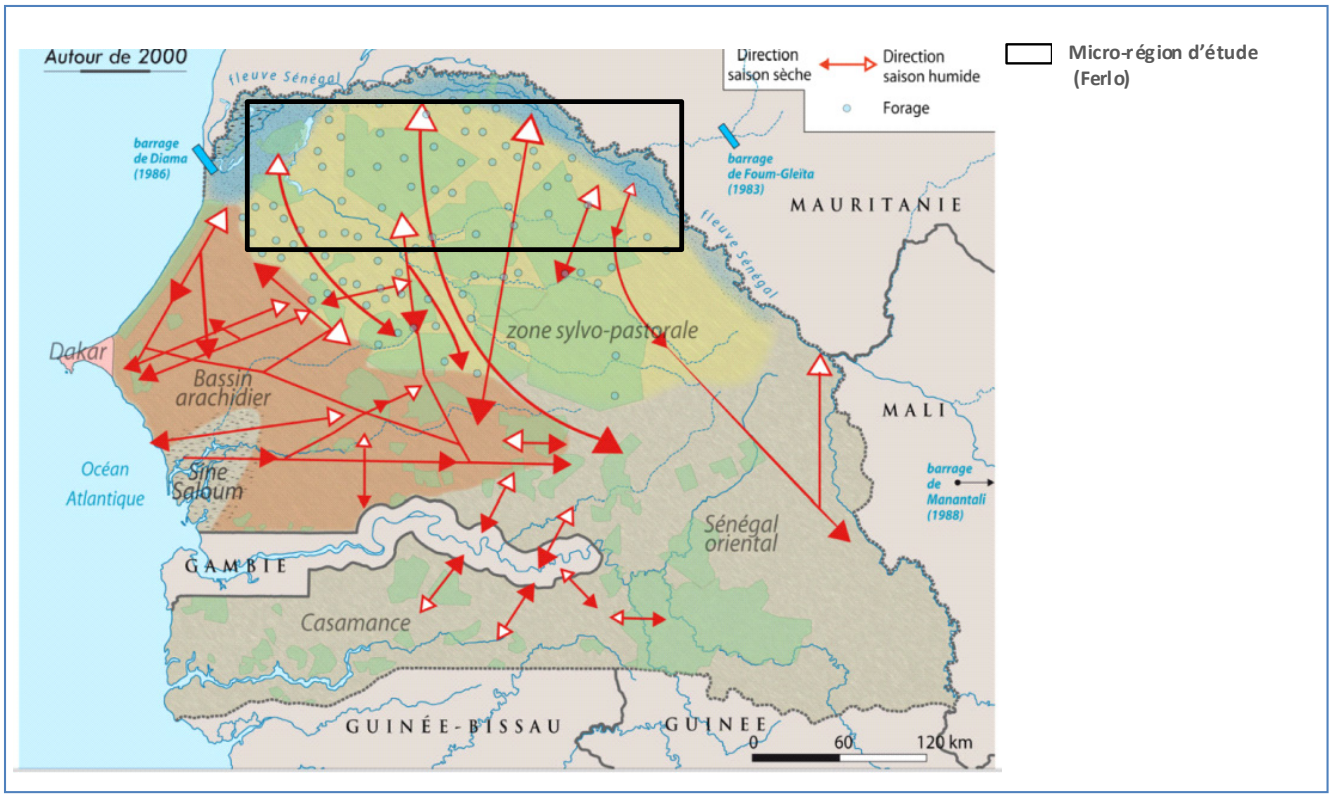


Figure n°7. 3: Evolution des axes de transhumance avant, pendant et après les grandes sécheresses dans le Ferlo.
(Source: Touré et al, 2012, *« Atlas des évolutions des systèmes pastoraux au Sahel. Système d'information sur le pastoralisme au Sahel », Rome, FAO, CIRAD).*

7.2.3 Evolution de la transhumance dans le Gourma

La question de la transhumance dans le Gourma occupe une place importante dans les écrits de Jean Gallais (1967, 1975) qui a mis en évidence les mouvements cycliques des pasteurs du delta intérieur du Niger en direction du Gourma. Cette transhumance était directement dépendante de la période des hautes eaux dans le delta intérieur du Niger (Diallo, 1978). Pendant la saison des pluies, période des cultures, les *bourgoukhombè*[39] amorcent leurs déplacements en direction du Gourma (Wagenaar *et al*., 1988). Ces déplacements leurs permettent d'éviter les champs mis en culture dans la zone de départ.

En réaction aux premières années de sécheresse, on a observé chez certains touaregs, notamment les *Kel Oulli* (éleveurs touaregs de petit bétail dans le Gourma Rharous malien), une migration en direction du sud-est. Malgré cette mobilité, les pertes de bétail enregistrées ont été très élevées (Marie, 1977). Au fil du temps, l'adaptation des trajectoires de transhumance a été très variable dans l'espace, en fonction de la disponibilité des ressources pastorales.

[39] *Bourgoukhombè* : Terme faisant référence aux éleveurs venant de la zone du Bourgou, dans le Delta intérieur du Niger

Depuis les années 2000, un important travail de cartographie a été mené par *Action Contre la Faim* (ACF, 2011) pour représenter les flux de transhumance actuels dans le Gourma et à l'échelle du Mali. D'après cette cartographie, deux trajectoires principales caractérisent ces flux **(Figure n°7.4)**. On observe d'une part, des flux orientés nord/sud. Comme dans les autres régions sahéliennes, cette mobilité de saison sèche est un moyen de faire face au manque de ressource en eau et de ressource fourragère. Cette transhumance nord/sud est celle pratiquée par les éleveurs du Gourma. D'autre part, sont également mises en évidence des trajectoires ouest-est entre le delta intérieur du Niger et le Gourma, trajectoires qui montrent donc le maintien des itinéraires traditionnels.

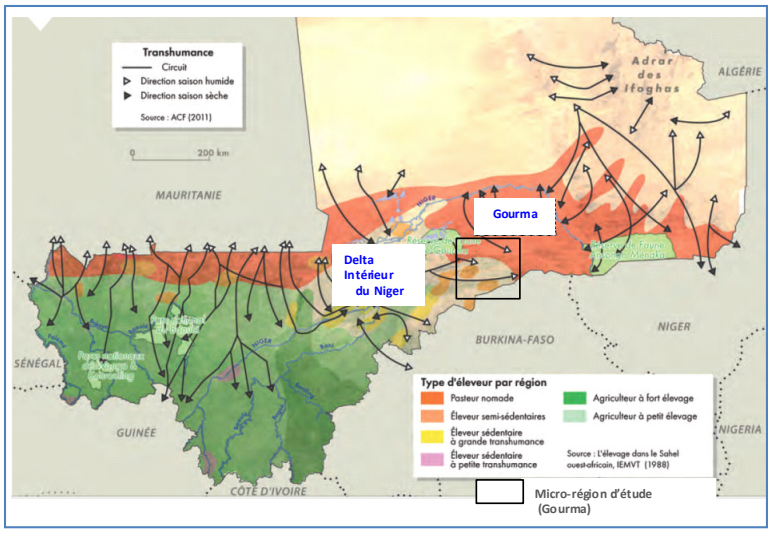


Figure n°7. 4: Evolution des axes de transhumance au Mali.
*(**Source: Touré et al, 2012,** « Atlas des évolutions des systèmes pastoraux au Sahel. Système d'information sur le pastoralisme au Sahel », Rome, FAO, CIRAD*

7.2.4 Evolution de la transhumance dans le Fakara nigérien

Les itinéraires de transhumance dans le Fakara nigérien, ont connu de grandes modifications depuis les années de sécheresse. Dans les années 1950-1960, les itinéraires en saison des pluies remontaient jusqu'au Gourma malien (**Figure n°7.5)**. Depuis lors, on a observé une réorientation des flux en direction du Bénin et du Nigéria. Dans cette dynamique spatiale, la présence ou la traversée du Parc du W par les éleveurs a été observée et dans certains cas tolérée pendant les périodes de crise climatique (Boutrais, 2008). D'après Edmond Bernus (1977), on a constaté une grande variété de réactions chez les *Kel Tamasheqs* (Touaregs) et les *Wodaabés* (Peuls) dans le Sud-Ouest de l'Aïr.

Les *Wodaabé* ont migré vers le sud tandis que les *Kel Tamasheqs* ont poursuivi leur pratique de déplacements sur de courtes distances.

Concernant les éleveurs *tolébé*[40]*,* une grande majorité avait migré vers le Nigéria en quittant le nord du Dallol Bosso, de même que certains *Bororos*[41] *(woodabé)* dont certains se sont installés à Niamey. Une partie de ces migrants est revenue dans les zones pastorales nigériennes telles que le nord du Dallol Bosso et a repris une vie nomade tandis que certains sont restés dans les grandes villes en se reconvertissant à d'autres activités (Beauvilain, 1977).

[40] Groupe d'éleveurs peuls que l'on retrouve dans le nord du Dallol Bosso (Niger).
[41] Le terme Bororo (ou M'bororo) désigne des Peuls nomades, éleveurs de bétail, qui vivent en petits groupes sans frontière géographique bien fixe (Botte et al, 1999).

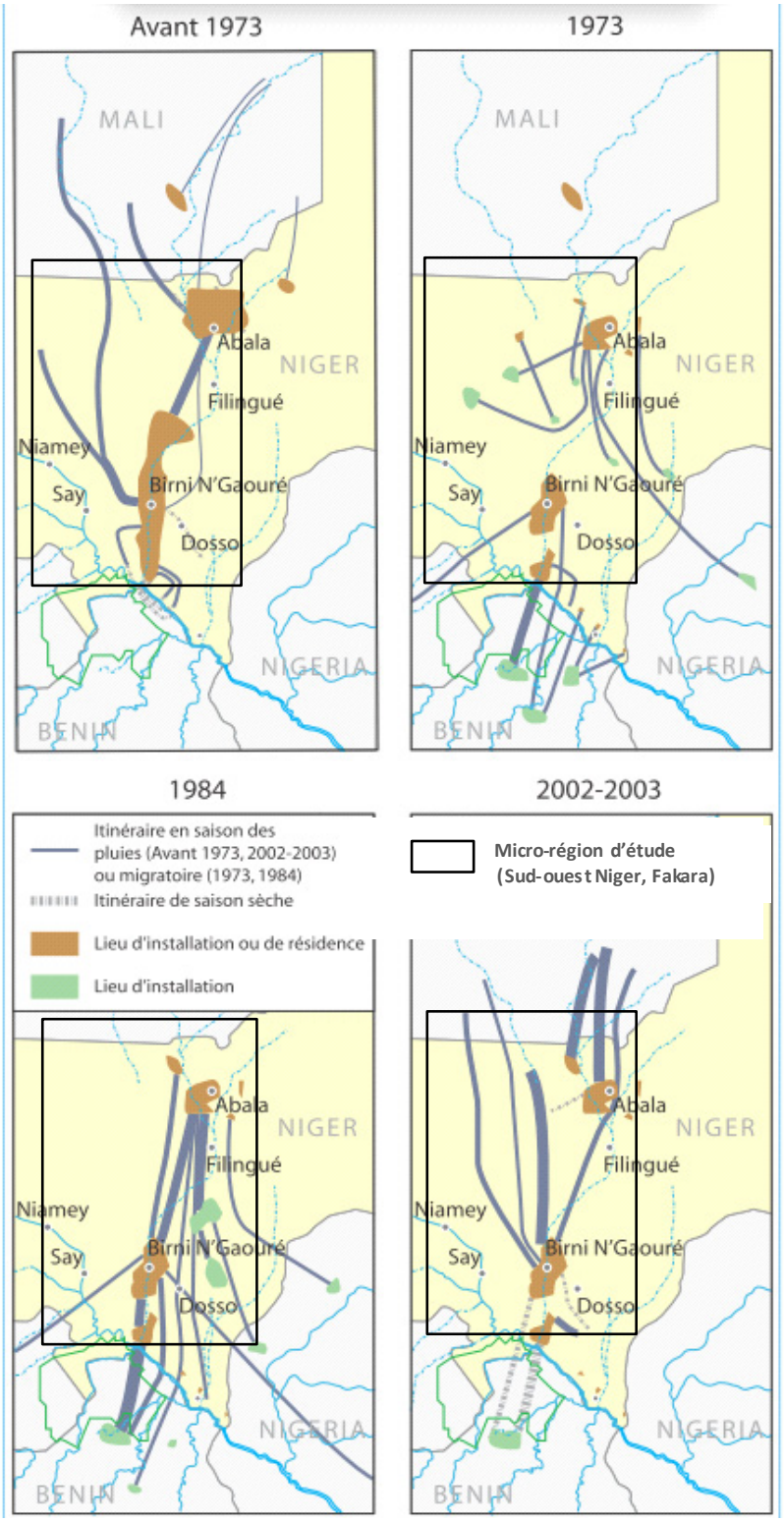


Figure n°7. 5: Evolution des axes de transhumance avant, pendant et après les grandes sécheresses dans le Fakara du Niger.
(***Source :*** *IRD, Laboratoire de Cartographie appliquée, Boutrais, 2005)*

L'exode rural, accentué par la sécheresse, a conduit à une forte croissance de la population de la ville de Niamey, qui n'absorbe cependant pas la croissance démographique naturelle des campagnes du Fakara. Ils sont cependant nombreux, éleveurs et agriculteurs, venus tenter leurs chances en ville. Dans certains cas, des familles entières ont migré à Niamey sans l'intention de retourner dans leur village d'origine. Pour d'autres, c'est une partie de la famille qui a migré dans l'espoir d'assurer la subsistance de ceux qui sont restés en envoyant de l'argent ou des vivres. Les migrations lointaines ont conduit certains dans des pays limitrophes comme la Côte d'Ivoire, le Togo, le Bénin (Sidikou, 1977). Par ailleurs, les éleveurs peuls du Fakara nigérien se sont souvent reconvertis en agro-éleveurs suite à la reprise récente des précipitations, participant ainsi à l'extension des défrichements culturaux. On assiste aussi, par moments, à un mouvement migratoire sud/nord des Haoussas du Nigéria vers le Niger.

Nous verrons, dans ce qui suit, quels sont les modes d'adaptation des activités agropastorales aux nouvelles conditions socio-environnementales.

7.2.5 Autres formes d'adaptation au risque socio-environnemental dans les trois micro-régions d'étude

Avec la période de sécheresse des années 1965-1995, de nombreuses études se sont intéressées aux stratégies d'adaptation des éleveurs sahéliens (Gallais, 1975, 1977 ; Santoir, 1983 ; Thébaud, 1988 ; Marty, 1989 ; Bonfiglioli, 1991 ; Bernus 1995 ; Djenontin *et al*., 2009, AGRIDAPE, 2009 ; Ouedraogo, 2010 ; Zorom *et al*., 2010). Face au manque d'eau et de ressources fourragères dans les pâturages, les éleveurs ont adopté des stratégies visant à assurer leurs moyens d'existence, c'est-à-dire la survie du bétail. Dans un nouveau contexte où la reprise des précipitations combinée à la croissance démographique restée forte dans les campagnes, a engendré l'extension des terres mises en culture au détriment des jachères et des zones de parcours, de nouvelles stratégies doivent être trouvées.

Dans ce qui suit, nous aborderons les questions suivantes : Quelles sont les principales réactions développées par les éleveurs sahéliens en période de crise ? Comment ont-elles évolué depuis la période de grande sécheresse qui a culminé en 1972-1973 et en 1983-1984 ? Comment les éleveurs du Ferlo, du Gourma et du Fakara nigérien font-ils face actuellement aux contraintes de leur environnement ?

Dans les années 1970-1980, hormis la redistribution spatiale des courants de transhumance évoquée ci-dessus, d'autres stratégies ont été développées par les pasteurs et agropasteurs sahéliens. Ainsi, au Niger**,** l'achat de graines de coton et de mil, l'utilisation du feuillage des arbres font partie des stratégies développées par certains groupes d'éleveurs Zarmas (Marie, 1977). Pour faire face à la forte pression anthropique, l'augmentation des superficies cultivées a été une réponse des agriculteurs Zarmas (Beauvilain, 1977). Outre l'accroissement des espaces cultivés, les agriculteurs Zarmas diversifient leur agriculture afin de réduire leur vulnérabilité. La culture du mil est de plus en plus associée à d'autres types

de produits céréaliers ou maraîchers tels que : pastèques, calebassiers, manioc, sorgho, etc. (Sidikou, 1977). Par ailleurs, notamment depuis la reprise des précipitations, aux confins méridionaux du Niger comme au nord du Bénin, l'agriculture est de plus en plus adoptée par les éleveurs.

Dans la période récente, la grande variabilité pluviométrique, encore fréquemment associée à des déficits, pousse les éleveurs à rester vigilants et à prendre des mesures pour faire face aux difficultés éventuelles. Dans ce cadre, on peut citer en exemple les stratégies développées pour faire face au déficit pluviométrique important qu'a connu la région sahélienne en 2009. Cette année a été la deuxième année de sécheresse consécutive après celle de 2008. Cette situation a engendré un déficit important en termes de production agricole et fourragère. Pour faire face à cette situation, les éleveurs sahéliens ont eu recours à un faisceau d'informations très large afin d'organiser le départ anticipé des troupeaux vers des zones moins durement touchées par la sécheresse et pourvoyeuses de ressources pastorales. Ces informations circulent entre voyageurs, éclaireurs, en passant par les marchés de bétail (AGRIDAPE, 2009).

Il n'a pas été observé de nouvelles stratégies en dehors des stratégies classiques d'adaptation (diversification agricole, migration et élevage) (Zorom *et al*., 2010). Cependant, Camara (2013) souligne l'adoption d'une nouvelle source d'information pour les éleveurs, fournie par le téléphone portable. Cette nouvelle technologie permet aux éleveurs de connaitre la situation pastorale dans différents secteurs à travers un réseau social qui correspond à un maillage territorial important.

Une fois les informations obtenues, les éleveurs sahéliens ont développé en 2009 diverses stratégies. Parmi celles-ci, on peut citer les transhumances à l'échelle nationale et transfrontalière, la collecte et le stockage de résidus de culture, et la vente anticipée de bétail au moment où les prix sur le marché sont à la hausse. Ces ventes anticipées ont permis à beaucoup d'éleveurs d'acheter des céréales pour leur propre subsistance et de l'aliment bétail afin de complémenter la nourriture du bétail restant. Ainsi ce nouveau mode d'accès à l'information est apparu comme indispensable pour améliorer l'efficacité des stratégies pastorales.

Pour résumer cet aperçu général sur les stratégies d'adaptation des éleveurs et agro-éleveurs au sein des trois micro-régions, on peut dire que les déplacements (transhumance, migration) constituent le mode d'adaptation le plus fréquent chez les éleveurs, suivi par la diversification des activités et des troupeaux. Malgré les contrastes entre les trois micro-régions en termes de paysages agropastoraux, ces stratégies demeurent communes à tous.

7.3 Les reconfigurations des systèmes sociaux et des territoires dans les trois micro-régions

A l'échelle de l'Afrique de l'Ouest, le taux d'accroissement moyen de la population est de 3,3 % par an (CSAO/OCDE, 2014). La population de cette région s'élève désormais à 300 millions d'habitants. Elle pourrait doubler d'ici 2050 pour atteindre 600 millions d'habitants. Ces dynamiques démographiques sont importantes dans chacune des micro-régions étudiées **(voir chapitre 2, section 2.2).**

La pression démographique est particulièrement ressentie dans le Fakara nigérien. En effet, dans cette région, l'importante croissance démographique a entraîné une pression foncière importante (Hiernaux *et al*., 2004). Cette augmentation de la population s'est traduite par une expansion des surfaces cultivées de l'ordre de 13,5 % entre 1950 et 1975 (Bode, 2004 ; San Emeterio *et al*., 2013), 25% en 1986 et environ 50% en 2010 (Hiernaux et al, 2009 a). Face à une demande alimentaire croissante, l'augmentation des défrichements culturaux a induit de profonds changements dans l'occupation et l'utilisation de l'espace. L'agriculture s'intensifie dans certains terroirs villageois du Fakara nigérien. Les terres qui avaient auparavant une vocation pastorale sont peu à peu réduites par l'usage agricole. D'après Gonin (2016), ainsi se dessine une territorialisation de la brousse en défaveur des éleveurs.

Dans le Ferlo, avec l'amélioration récente des conditions pluviométriques, l'espace se trouve de plus en plus fragmenté entre agriculture et pastoralisme. Ainsi, on enregistre une tendance à la remontée du front arachidier vers le nord. Si les nouvelles conditions pluviométriques ont autorisé cette évolution, c'est aussi la pression démographique qui permet d'expliquer la remontée du front agricole. Un tel processus a comme conséquence que la transhumance se trouve entravée par l'apparition de nouveaux champs année après année. Une telle situation peut engendrer une forte conflictualité entre les communautés agropastorales.

Face à cette nouvelle configuration, la tendance est à l'inter-territorialité entre agriculteurs et éleveurs. Les territoires agricoles se mêlent désormais aux territoires pastoraux. Dans un tel contexte, le clivage entre agriculteurs et éleveurs tend à s'atténuer. On observe ainsi l'émergence de territoires mixtes qui peuvent également résulter d'une diversité des activités de la part de chacun des acteurs. Ainsi, les agriculteurs investissent de plus en plus dans l'élevage, et les éleveurs s'emploient à cultiver une partie de l'année. Ainsi le déterminisme social résultant du partage des activités entre éleveurs et agriculteurs tend-il à disparaitre. En effet, les groupes peuls ne détiennent plus exclusivement le monopole de l'élevage, de même que les sédentaires Wolofs, Songhays, Zarmas ne se consacrent plus exclusivement à l'agriculture. On assiste donc à une reconfiguration des pratiques qui s'accompagne d'une nouvelle logique spatiale notamment chez les Peuls. Ainsi, les éleveurs peuls s'inscrivent-ils de plus en plus souvent dans une logique de stabilité dans l'occupation

de l'espace. Ils se sédentarisent une partie de l'année en un point fixe ce qui leur permet d'avoir une assise territoriale reconnue comme étant leur terroir d'attache. Ce phénomène donne naissance à des villages de pasteurs peuls contrôlant des espaces dédiés à des pratiques d'élevage et à l'agriculture d'appoint à partir desquels se poursuivent périodiquement les activités de mobilités pastorales. Autant les distances parcourues dans le cadre de la transhumance n'ont jamais été aussi importantes, autant les éleveurs nomades et transhumants n'ont jamais été aussi reliés à des terroirs d'attache (Grémont, 2013).

Par ailleurs, la situation géopolitique récente à l'échelle régionale n'a pas été pas sans conséquence sur les modalités traditionnelles de l'occupation du sol. En effet, en territoire nigérian, la présence de Boko-Haram[42]et la situation d'insécurité qui en découle, engendrent des mouvements migratoires importants (Bonnet, 2013). Ces migrations se traduisent par une remontée des populations Haoussa du Nigéria vers le Niger. Le nombre important de réfugiés nigérians qui arrivent au Niger amplifie la pression sur l'occupation du sol dans les régions du Fakara nigérien. L'installation de ces populations nouvellement venues crée une demande supplémentaire en terre. En relation avec ces migrations politiques, les relations entre les autochtones et les nouveaux arrivants engendrent également des tensions.

On observe une situation similaire au sein des territoires agropastoraux du Mali où les populations du nord migrent vers le centre, voire le sud du pays. Par ailleurs, le conflit au nord du Mali est également à l'origine de migrations en direction du Niger, du Burkina Faso et de la Mauritanie. Ces mouvements migratoires induisent de nouvelles formes d'occupation de l'espace au sein des trois micro-régions d'étude[43].

[42] Boko Haram est une combinaison de la langue haoussa et de l'arabe. « Boko » en haoussa signifie « éducation occidentale » tandis que « haram » en arabe veut dire « péché » et en combinant les deux, « Boko Haram » signifie « l'éducation occidentale est un péché ». Installé principalement dans la région du nord-est du Nigeria, cette secte dite « islamiste » multiplie les attaques à la fois au Cameroun, au Niger, au Tchad et au Nigéria (Guedegbe , IRIS, 2015). Elle prône un islamisme radical et rejette « l'impérialisme occidental ».

[43] Cette instabilité a entrainé pour moi l'impossibilité de mener la mission complémentaire prévue dans le Sud-Ouest nigérien et de retourner à Hombori, ce qui m'a empêché d'actualiser au plus près les reconfigurations spatiales en cours.

Ainsi, de par ces différentes situations, l'occupation de l'espace dans les micro-régions prend-elle de nouvelles formes et de nouveaux contours.

Les rapports traditionnels à l'espace rural tenaient à la structure des activités dominantes à savoir l'agriculture et l'élevage dans les micro-régions étudiées. Cependant, cette distinction entre agriculteurs sédentaires et éleveurs nomades devra être revue car elle ne reflète plus totalement la réalité d'aujourd'hui. Les pratiques spatiales des pasteurs dans les différentes micro-régions s'articulent autour de la mobilité. Cette mobilité se trouve de plus en plus souvent limitée ou contrainte par l'extension des terres cultivés au détriment des espaces historiquement dédiés à utilisation des ressources naturelles (eau, fourrage) à des fins pastorales. Les toutes nouvelles conditions environnementales caractérisées par une certaine amélioration de la pluviosité conduisent à l'adoption de nouvelles stratégies d'adaptation.

À la lumière des analyses effectuées sur l'évolution de l'occupation du sol, et d'entretiens que nous avons réalisés entre 2009 (Niger, Mali) et 2011 (Sénégal) dans les micro-régions étudiées, nous proposons une étude des stratégies d'adaptation au nouveau contexte socio-environnemental. Cette étude se fonde sur une analyse des perceptions et représentations des changements environnementaux dans l'optique de comprendre les pratiques et les nouvelles stratégies. Ainsi, le **chapitre 8** exposera les méthodes d'enquêtes de terrain et d'analyses des données que nous avons adoptées. Les résultats issus de l'exploitation des enquêtes de terrain seront présentés aux **chapitres 9 et 10**.

Chapitre 8

Chapitre 8: Méthodes d'enquête de terrain et d'analyse des données

Ce chapitre expose la démarche méthodologique adoptée dans le cadre des enquêtes de terrain effectuées ainsi que les procédés d'analyse ayant permis de traiter les informations recueillies. Les enquêtes de terrain ont été motivées par la nécessité et l'intérêt de comprendre les perceptions qu'ont les agropasteurs sahéliens des changements affectant leurs ressources et leurs activités. Nous nous sommes demandé comment les pratiques des ruraux ont été influencées par ces perceptions et quelles ont été les adaptations développées par les sociétés rurales. Pour répondre à ces questions, nous avons privilégié les enquêtes par entretiens semi-dirigés auprès des agropasteurs dans chaque micro-région étudiée. Les données recueillies dans le cadre de ces entretiens ont fait l'objet de deux types d'analyses : les analyses thématiques de contenu d'une part et les analyses basées sur les statistiques textuelles d'autre part. Nous verrons que la combinaison de ces différentes méthodes d'analyses permet d'appréhender et d'étudier de manière approfondie et efficace les informations récoltées.

8.1 Méthodes d'enquêtes de terrain

D'après Daget et Faugère (2003), l'enquête pastorale comporte trois volets : une analyse structurelle de la végétation qui fait appel à la phyto-écologie dont les différentes méthodes ont été explicitées par Godron *et al.* (1968) ; un examen critique du troupeau pour mieux comprendre sa composition et sa taille ; et une étude approfondie des sociétés pastorales qui vise à comprendre leurs pratiques ainsi que leurs représentations. C'est ce troisième volet qui sera traité dans ce chapitre, en étendant l'enquête aux populations qui, dans le même espace, pratiquent l'agriculture ou l'agro-pastoralisme. On ne peut appréhender ces questions qu'à travers d'enquêtes de terrain. Dans les études de terrain que nous avons menées, il a été fait appel à plusieurs méthodes. Parmi ces méthodes, figurent les enquêtes basées sur les entretiens et l'observation directe. Nous avons opté pour ces deux méthodes afin de collecter, l'ensemble des informations dont nous avions besoin pour répondre à notre questionnement initial.

Les objectifs de nos enquêtes de terrain :

- ❖ Globalement :
- Cerner les représentations des éleveurs et des agropasteurs sur l'évolution de leurs ressources et de leurs activités.
- ❖ Localement :
- Détecter les spécificités locales dans les perceptions des changements.
- ❖ Socialement
- Détecter d'éventuelles variations du discours en liaison avec le statut social, l'âge et la spécialisation des personnes ou communautés enquêtées dans l'élevage, l'agriculture ou la combinaison de l'une et de l'autre.

8.1.1 Entretiens semi-dirigés et observations directes

L'enquête en sciences sociales vise à trouver une réponse à une question clairement identifiée au préalable. Elle consiste à aller récolter des informations auprès des populations locales sur leur lieu de vie et de travail afin de répondre à cette question. Ces informations peuvent parfois être acquises par observation directe mais la plupart du temps, elles ne pourront être collectées qu'à travers d'échanges de préférence nombreux et approfondis avec des interlocuteurs ciblés. C'est pourquoi nous avons opté pour ces deux types d'enquêtes complémentaires : l'enquête par observation et l'enquête par entretien.

La méthode d'enquête suivie est celle dite de l'entretien semi-directif. Dans ce type d'entretien, l'échange n'est ni entièrement ouvert, ni cadré par un trop grand nombre de questions précises et orientées. Selon Quivy & Campendhoutdt (2009), cette méthode d'enquête permet aux personnes interviewées d'exprimer « [leurs] perceptions d'un évènement ou d'une situation, [leurs] interprétations ou [leurs] expériences ». Ce genre de méthode se révèle utile lorsque l'objectif est de détecter des préoccupations inconnues de l'enquêteur au départ de l'analyse, d'éclairer le sens que les personnes enquêtées donnent à leurs pratiques, de mettre à jour leurs représentations (Maroy, 1995). Ce choix se justifie ici car il va donner accès aux motivations des populations rurales dans le choix de telle ou telle pratique et permettre ainsi d'appréhender le sens qu'ils donnent à leurs pratiques. De plus, il s'agit d'une méthode qui, par sa souplesse, permet de saisir des informations qui sont a priori plus subjectives qu'objectives.

Dans le cas qui nous préoccupe ici, il s'agit aussi d'appréhender la manière dont les éleveurs ou les agropasteurs sahéliens perçoivent les changements affectant leurs ressources. Toutefois, pour tirer un profit scientifique d'une telle démarche, qui se veut compréhensive, il est indispensable de respecter un certain nombre de principes tels que l'écoute du discours des personnes enquêtées, la recherche des intentionnalités du discours, l'interprétation selon le contexte discursif. Il doit également être fait appel à des croisements et des recoupements des informations contenues dans le discours des locuteurs. Ainsi, il est primordial de revenir sur la même question de différentes manières afin de démêler l'essentiel de ce qui a été dit. Les entretiens, pour ouverts qu'ils soient, s'appuient sur un guide thématique qui aide le chercheur à aborder l'ensemble des questions qui l'intéressent. Dans cette recherche d'informations, la méthode d'enquête que nous avons choisi d'utiliser se rapproche de la méthode dite « socio-anthropologique » (De Sardan, 2003 ; Magnani, 2009) dont l'objectif affiché est la production d'une connaissance précise des savoirs, des perceptions, des pratiques, et des stratégies des individus enquêtés. Cette panoplie de connaissances sur les pratiques et les stratégies est centrale dans les études sur le pastoralisme (Lhoste & Milleville, 1986 ; Daget & Godron, 1995 ; Daget & Faugère, 2003).

Parallèlement aux entretiens que nous avons menés, nous avons exploité les phases d'observation, lesquelles nous ont souvent permis de confronter le discours à la pratique et d'apporter des informations complémentaires à celles acquises lors des entretiens. Cette confrontation du discours à la pratique permet d'une part, de mieux appréhender le décalage entre le dire et le faire, d'autre part, elle offre la possibilité de cerner les savoirs qui ne tombent pas dans le champ de l'expression verbale mais font bien partie des pratiques, souvent si quotidiennes que les enquêtés ne pensent pas à les formaliser dans leur discours (Boutrais, 1999 ; Sawadogo, 2011).

Ces observations sont possibles lorsque la présence sur le lieu de travail de l'enquêté est prolongée, ce qui a pu être le cas dans le Ferlo et dans le Gourma, mais pas dans le Fakara où nous n'avons pu effectuer la mission prévue, utilisant, de ce fait, les enquêtes menées dans le cadre d'une mission exploratoire du programme ECliS (Alexandre *et al.*, 2013). Cette présence a souvent permis d'accompagner les enquêtés dans leur quotidien en dehors des phases d'entretien ; dans le Fakara, un parcours dans le terroir a été effectué pour identifier avec les personnes enquêtées, les espèces utilisées comme ressources fourragères ou pour éclairer certaines pratiques (la jachère ou le maintien de certains ligneux, par exemple). Le séjour sur les lieux de l'enquête permet également de tirer un meilleur profit scientifique de l'enquête. En effet, différents auteurs (Bernus, 1991 ; Daget & Faugère, 2003 ; De Sardan, 2003) s'accordent pour dire qu'il est primordial que s'établisse un climat de confiance entre les enquêtés et l'enquêteur. Ainsi, le fait d'avoir séjourné dans les villages où se sont déroulés les entretiens, souvent avec les personnes enquêtées, avoir partagé leur quotidien en participant autant qu'il était possible à certains travaux, ont en général favorisé l'installation d'un tel climat, indispensable pour obtenir des informations et des connaissances à la fois variées et précises sur le pastoralisme sahélien.

8.1.2 Comment rencontrer les acteurs locaux ?

Les stratégies adoptées pour rencontrer les agropasteurs peuvent être rangées dans deux catégories ayant chacune ses avantages et ses inconvénients. La première catégorie a été une entrée par réseau ainsi dénommée car elle a été facilitée par les responsables en charge des questions d'élevage sur place. La seconde stratégie a consisté à aller à la rencontre des agropasteurs sans intermédiaire en nous rendant sur leur lieu de travail lesquels peuvent être les points d'eau principaux tels que les mares permanentes, les puits ou les forages qui constituent des sites de concentration de bétail et donc de regroupement des pasteurs. On peut également rencontrer les interlocuteurs au sein des marchés à bétail ou des parcs de vaccination. Enfin, on peut les croiser individuellement en parcourant les pâturages. Dans le Fakara nigérien, c'est généralement après un contact avec le chef du village que la rencontre était organisée.

Si la première stratégie a l'avantage important de nous permettre de rencontrer des pasteurs sans perte de temps, elle comporte aussi le risque de ne rencontrer que des individus appartenant au même réseau et donc de nous priver de la diversité potentielle des profils existant parmi les personnes qui exercent une activité pastorale.

La seconde stratégie, comporte également des avantages et des inconvénients :

- Dans les pâturages qui se trouvent loin des points d'eau, le cadre est favorable aux entretiens individuels car les éleveurs sont en général seuls avec leur troupeau. Ce sont également des lieux qui permettent d'observer le pasteur dans ses techniques de conduite du bétail, dans ses choix de type de pâturage. L'enquêteur participe de ce fait aux différentes activités menées par l'interviewé au sein du pâturage dans une relation de confiance importante. Néanmoins, le risque que comporte cette stratégie consiste essentiellement en d'importantes pertes de temps dans la mesure où on ne rencontre pas souvent les acteurs aux points visés du fait de leur mobilité.

- Autour des points d'eau principaux, on assiste généralement à une très forte concentration de pasteurs. On a alors l'assurance de rencontrer des pasteurs. En revanche, ces lieux sont peu propices à des entretiens individualisés et approfondis.

- Les marchés à bétail et les parcs de vaccination sont d'autres lieux de regroupement des agropasteurs. Cependant, dans les marchés, les éleveurs sont souvent accaparés par les transactions commerciales et, dans les lieux de vaccination, ils sont surtout préoccupés de faire vacciner leurs animaux. Il leur est donc difficile de s'isoler avec l'enquêteur pour converser avec lui.

Les lieux de rassemblement que sont les points d'eau permanents, les marchés à bétail, les parcs de vaccination pourraient être des espaces favorables à la mise en place de « focus group », méthode d'enquête qualitative très répandue dans le domaine des sciences sociales (Duchesne & Haegel, 2009). Le choix d'un échantillon homogène pour constituer des groupes de 6 à 12 personnes, la préparation d'une grille thématique, l'animation, tout comme le déroulement de l'enquête sont des aspects qui font du focus group une méthode formalisée (Krueger, 1993). D'après Mertz *et al*. (2008), le « focus group » serait une méthode efficace pour étudier la perception du changement climatique et les stratégies d'adaptation des agriculteurs au Sahel.

Dans des lieux où les éleveurs étaient regroupés, nous n'avons pas eu recours à ces « focus group » formalisés, mais plutôt à des « entretiens collectifs informels » (Bierschenk & de Sardan, 1994). Les raisons en sont que les « focus group » nécessitent en amont le déploiement d'une organisation qui demande du temps. Ils nécessitent l'accord préalable d'un panel de participants autour d'un thème déterminé. En outre, ce type d'enquête ne permet pas le développement de récits plus ou moins longs, le but du focus group étant de confronter les points de vue. Le temps de parole est alors restreint et ne permet pas aux participants d'approfondir individuellement leurs idées, d'exposer de façon détaillée leurs expériences ainsi que leurs connaissances.

Sur nos terrains d'étude, les agropasteurs ont tendance à se rassembler spontanément et à former ce que nous avons appelé des groupes d'échange, où chacun donne son avis par rapport aux questions posées par l'enquêteur. L'interaction et la dynamique de groupe permet ainsi d'avoir des informations riches, variées et souvent complémentaires. Cependant, dans les sociétés pastorales du Sahel, il existe une hiérarchie sociale liée à l'âge. Ce sont les personnes âgées qui prennent le plus souvent la parole. L'un des inconvénients majeurs des entretiens collectifs informels dans ce type de milieu, est lié à l'influence de la hiérarchie sociale. Pour éviter ce biais, nous avons privilégié les entretiens individuels. Lorsque nous avons été amenés à effectuer des entretiens collectifs, ceux-ci ont été analysés selon le même procédé analytique que les entretiens individuels.

Dans le Ferlo, 30 entretiens ont été réalisés entre octobre et décembre 2010 suivant un axe Ouest/Est regroupant une quinzaine de villages **(Figure n°8.1).** Parmi les 30 entretiens, 22 ont pu faire l'objet de traitements textométriques[44].

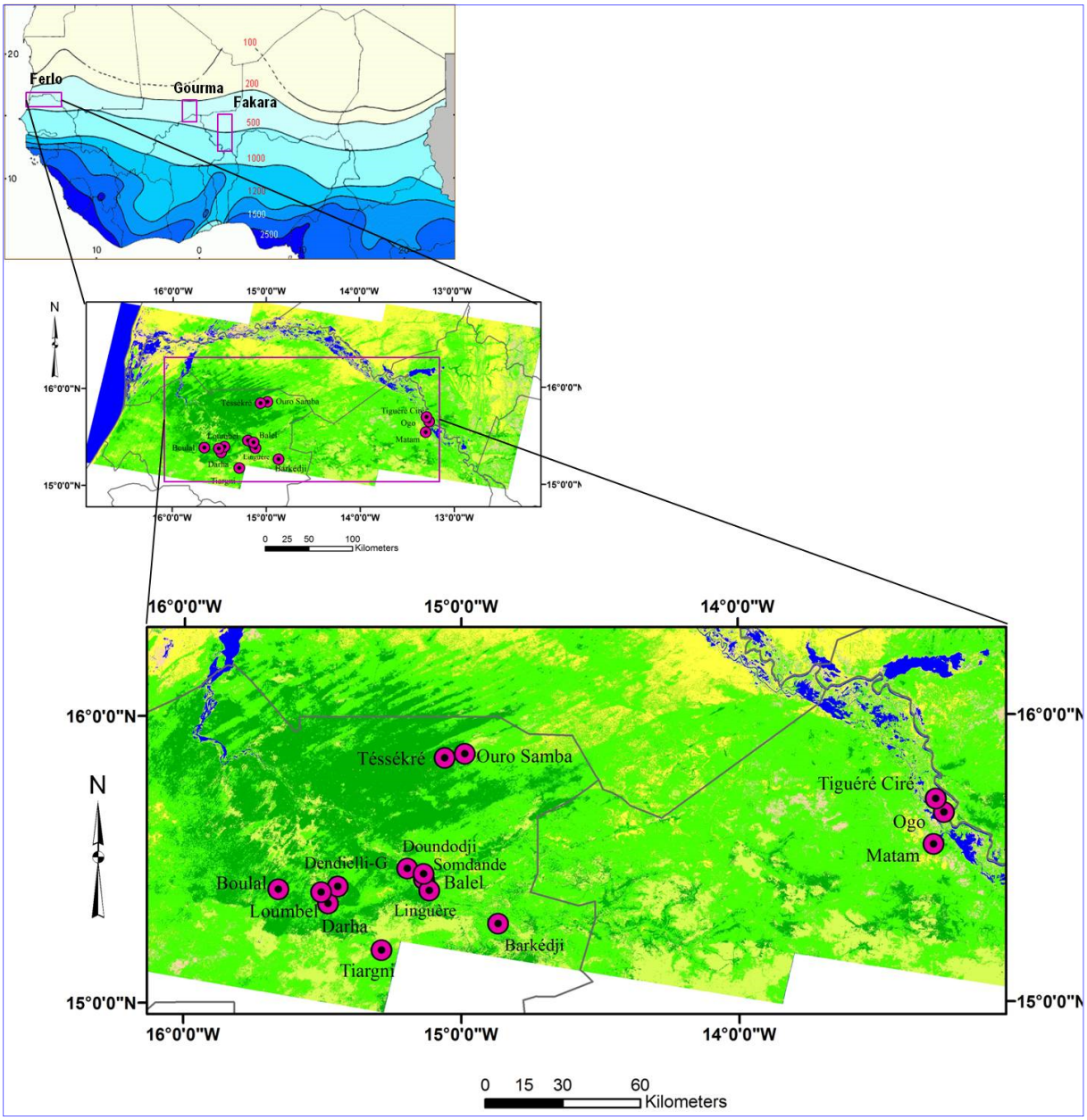


Figure n°8. 1: Localisation des villages enquêtés dans le Ferlo

[44] En effet, certains entretiens n'ont pu faire l'objet d'analyses textométriques dans la mesure où la qualité des enregistrements audio n'a pas permis une retranscription continue et complète des échanges. Ces entretiens n'ont pu être soumis aux statistiques textuelles car c'étaient des entretiens collectifs informels avec plusieurs interlocuteurs qui participaient tous à fois à des échanges parfois houleux certes riches mais difficilement audibles et compréhensibles.

Dans le Gourma malien, nous avons effectué 40 entretiens dont 30 ont été analysés par des méthodes textométriques. Ces 40 entretiens semi-directifs couvrent 10 villages repartis sur la commune de Hombori et ses environs **(Figure n°8.2).** L'ensemble de ces enquêtes ont été effectuées entre octobre-novembre-décembre 2009 et 2010.

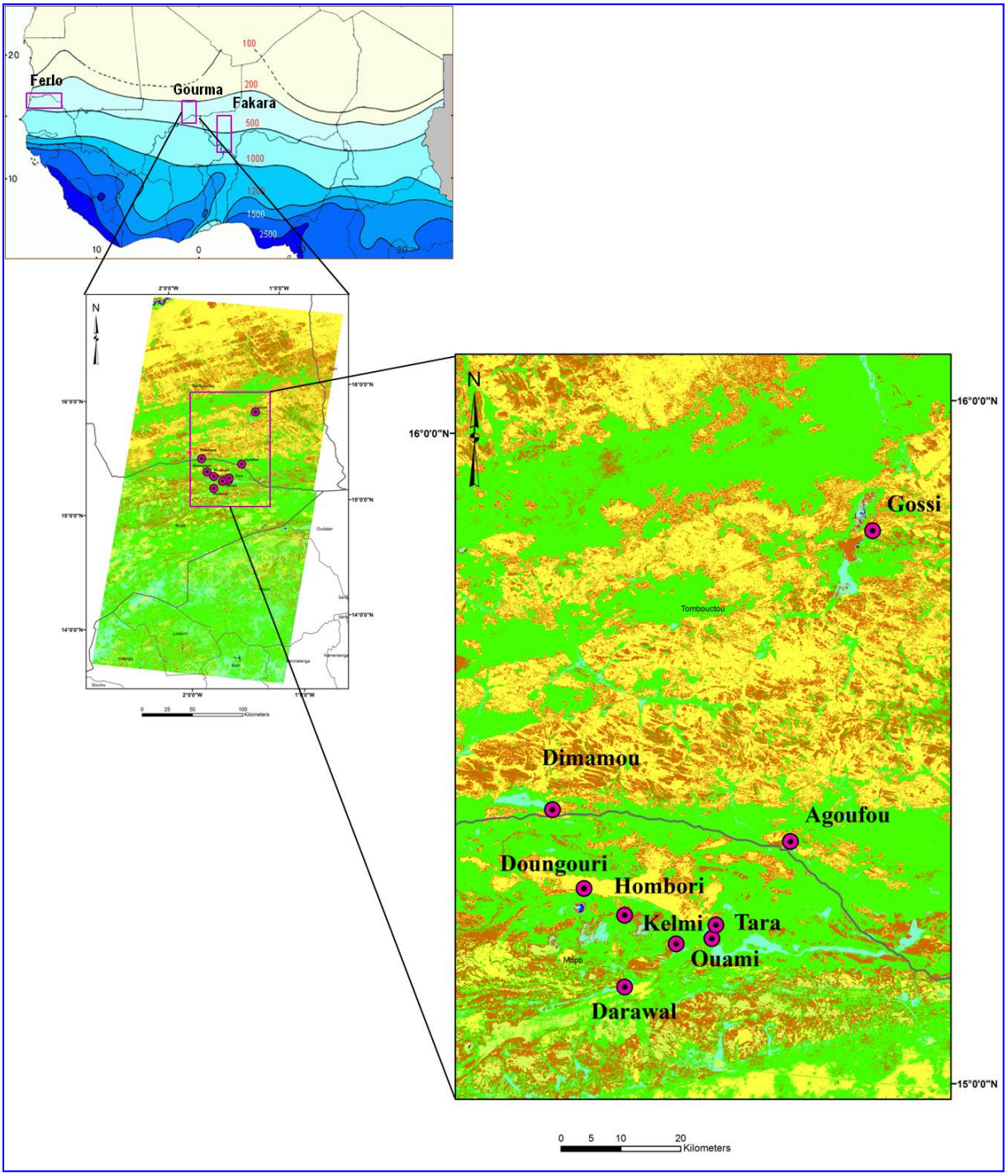


Figure n°8. 2: Localisation des villages enquêtés dans le Gourma

Pour le Fakara nigérien, nous nous sommes appuyés sur l'enquête dans un échantillon de villages **(Figure n°8.3)** menée lors de la mission de 2009 (Alexandre *et al.*, 2013). Cet échantillon regroupe 11 entretiens effectués dans 11 villages du Fakara.

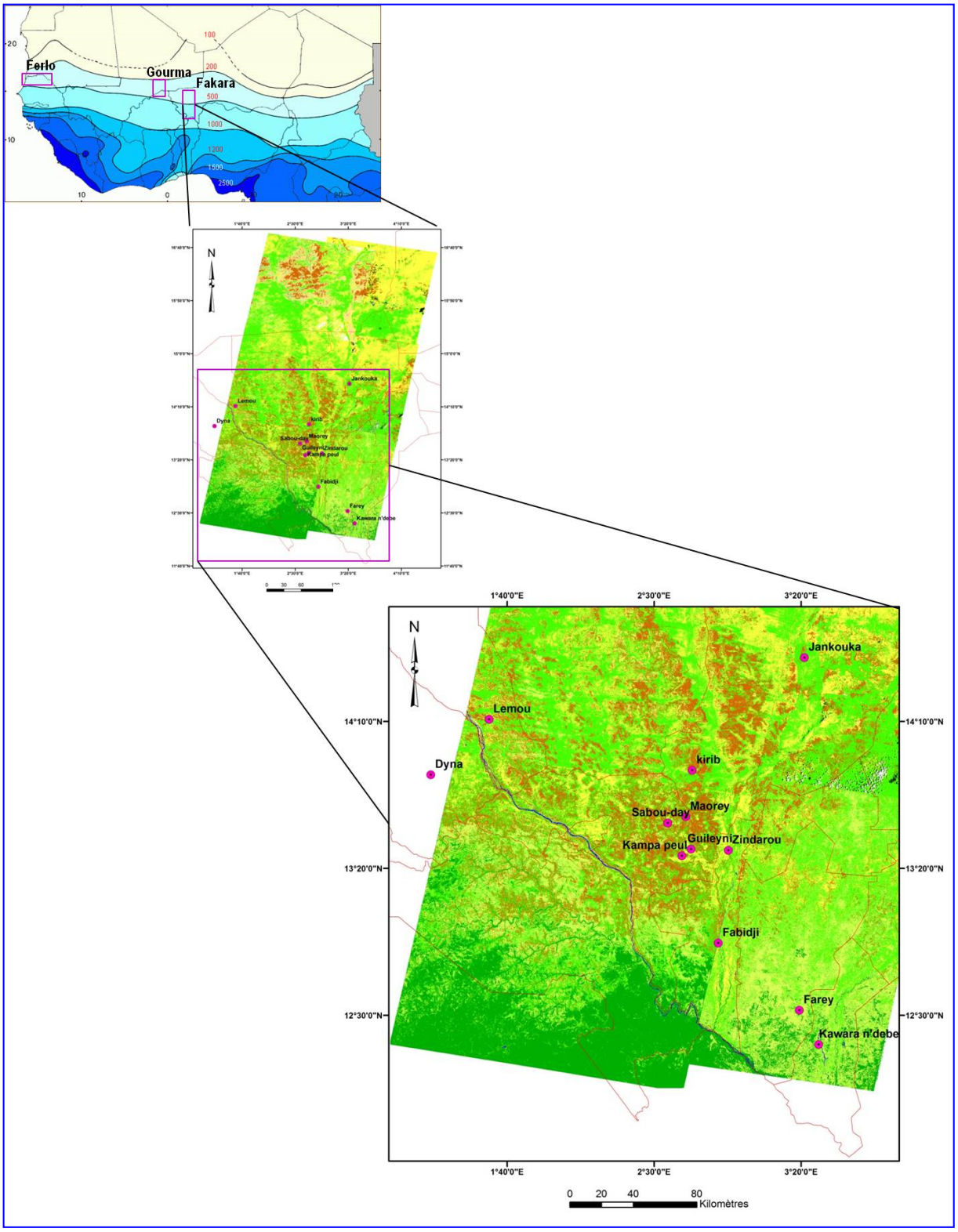


Figure n°8. 3: Localisation des villages enquêtés dans le Fakara

8.1.3 Des entretiens multilingues

Les trois micro-régions d'étude présentent une grande diversité linguistique **(Figure n°8.4)**. Cette diversité linguistique nous a conduits à effectuer les entretiens dans plusieurs langues. Les principales langues des locuteurs que nous avons rencontrés dans le cadre de ce travail sont :

- La langue peule, (Sénégal, Mali)
- La langue wolof, (Sénégal)
- La langue songhay (Mali), zarma (Niger)
- La langue bambara (Mali).

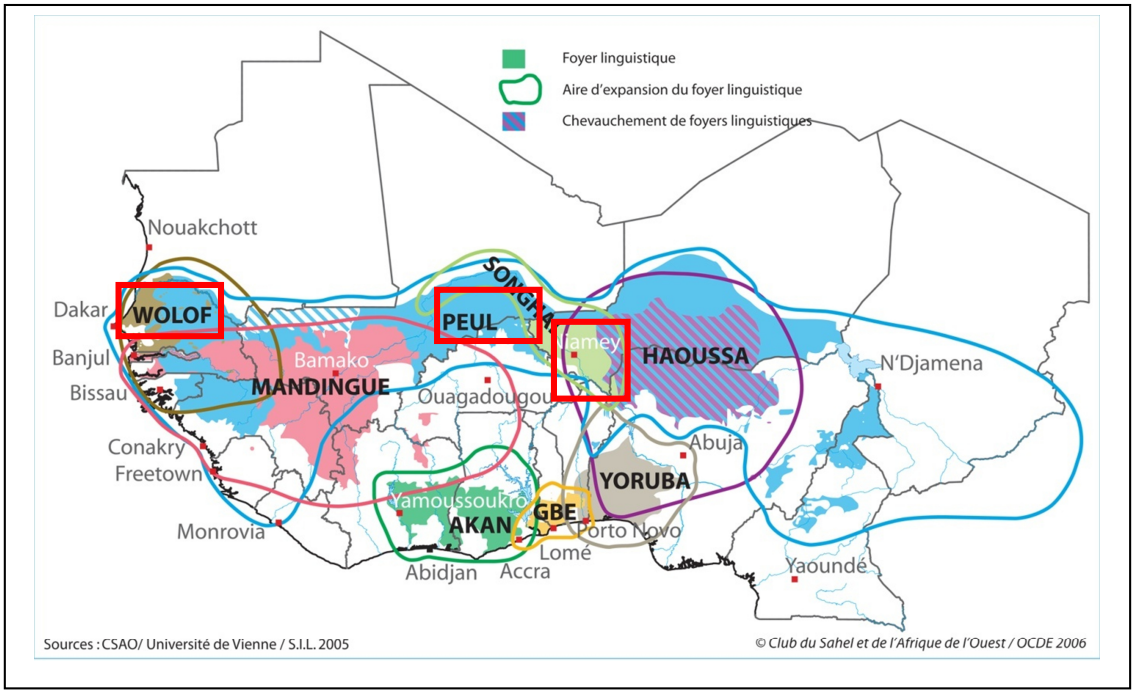


Figure n°8. 4: Foyers linguistiques des terrains d'enquête

(Source : CSAO/Université de Vienne/S.I.L. 2005, Club du Sahel et de l'Afrique de l'Ouest/OCDE 2006)

Au Sahel, outre les pasteurs touaregs et arabes, les éleveurs sont généralement de langue peule (Lhoste et al. 1993 ; Boutrais, 1997 ; Sawadogo, 2011). La langue peule est commune aux trois zones étudiées même si l'on y rencontre quelques différences dialectales. C'est une langue qui compte des foyers de locuteurs maternels dans 15 pays d'Afrique de l'ouest. (CEDEAO/CSAO/OCDE, 2006). Cependant, il est important de souligner les divergences entre la langue et le peuplement peul (Boutrais, 1994). Spatialement, l'emprise de la langue déborde sur le peuplement dans l'ensemble de la région étudiée **(Figure n°8.5)**.

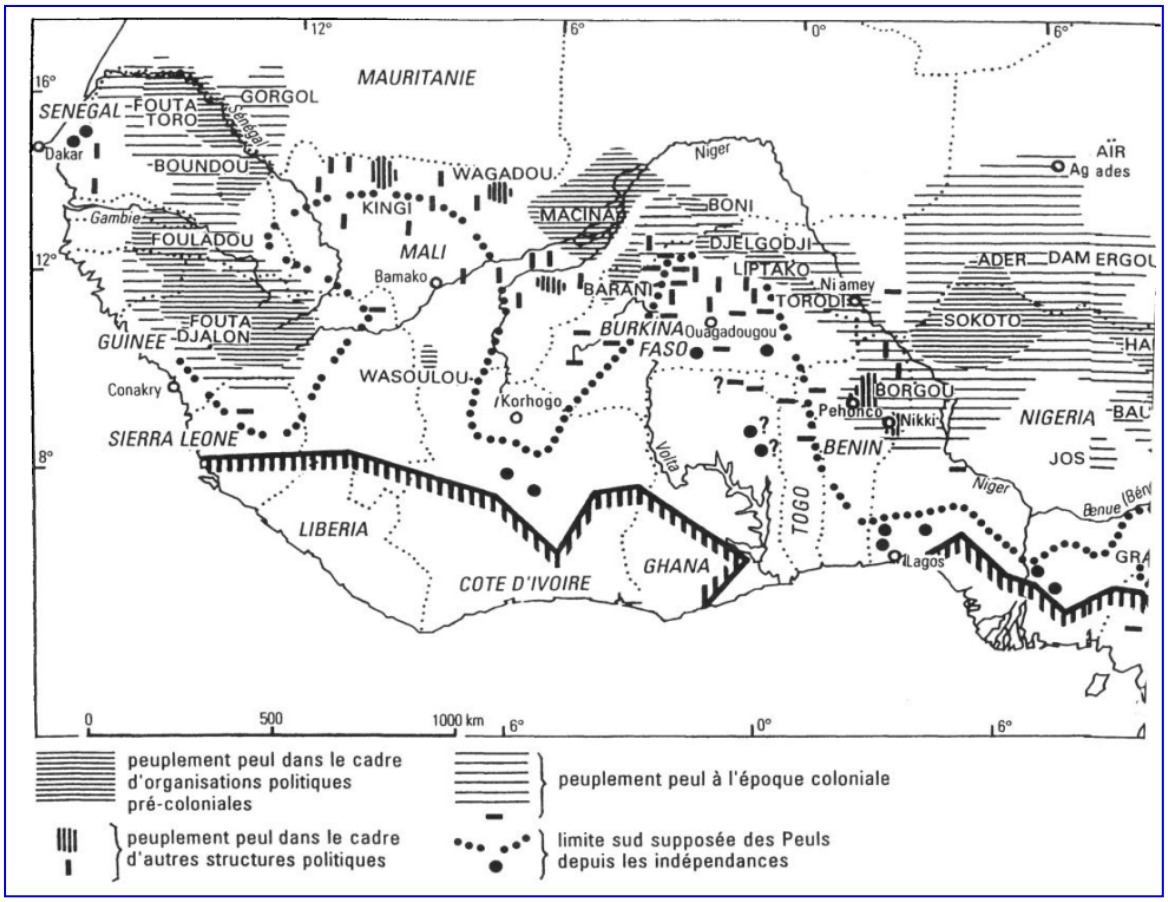


Figure n°8. 5: L'archipel peul, état des lieux en 1990
(Source : Boutrais, 1994)

La deuxième langue parlée par nos interlocuteurs au Sénégal a été le wolof. En effet, cette langue fait partie des 21 langues nationales du Sénégal (CEDEAO, CSAO, OCDE, 2006). Le wolof est parlé par plus de 80 % de la population sénégalaise comme langue principale ou secondaire. Sur le plan ethnique, on estime que le wolof regroupe un peu plus de 43 % de la population du Sénégal (Cissé, 2005). Traditionnellement, les Wolofs sont avant tout des agriculteurs (Pélissier, 1966). Ce sont essentiellement les communautés wolofs qui sont à l'origine de l'expansion des espaces agraires dans le bassin arachidier sous l'influence et l'impulsion des marabouts mourides (Fanchette, 1999). C'est dans ce contexte que nous avons mené nos entretiens à la fois auprès des éleveurs peuls et des agriculteurs wolofs dans le Ferlo.

Dans le Gourma ainsi que dans les villages du Fakara nigérien, outre la langue peule, les entretiens ont été effectués en langue songhay. Au Mali, on rencontre les locuteurs songhay dans les régions de Mopti, Tombouctou et Gao.

Le zarma est une langue apparentée au songhay qu'on retrouve dans la partie nigérienne (Poncet, 1973). Traditionnellement, les Songhay-Zarma sont sédentaires vivant essentiellement de l'agriculture. Dans la période actuelle de meilleures récoltes liées à l'amélioration des précipitations après les années de grande sécheresse, ils ont investi dans

le bétail et sont, de fait, devenus des agro-éleveurs. En sens inverse, les Peuls souhaitent souvent aujourd'hui avoir accès à la terre, pour développer une agriculture complémentaire à l'activité pastorale.

La dernière langue parlée par quelques interlocuteurs rencontrés a été le bambara. Dans les trois micro-régions d'étude, cette langue est peu usitée par les populations enquêtées, mais est la langue majoritaire au Mali.

Globalement, le corpus d'entretiens constitué est donc multilingue. Les langues utilisées appartiennent à deux grandes familles linguistiques que sont la famille nigéro-congolaise et nilo-saharienne (CEDEAO, CSAO, OCDE, 2006).

Conscients des difficultés inhérentes aux études comparatives, notamment dans une région multilingue, nous avons effectué un important travail d'harmonisation au moment de la constitution des corpus textuels. Lors des enquêtes, nous avons fait appel aux services des traducteurs locaux qui maitrisent bien les langues spécifiques à chaque région. Ensuite nous avons transcrit les traductions françaises des entretiens. Ainsi, à partir d'enquêtes en plusieurs langues, nous avons réalisé un corpus entièrement transcrit en français.

8.1.4 Recueil des données et phase préparatoire à l'analyse des entretiens

Il s'est agi ici de recueillir les informations collectées auprès des personnes enquêtées. Pour ce faire, les entretiens réalisés ont fait l'objet d'un enregistrement sur dictaphone. Il s'agit d'un outil très précieux permettant de conserver l'intégralité de ce que l'interviewé a dit. Il permet ainsi d'éviter les oublis ou les déformations des discours recueillis. En outre, l'écoute des entretiens en dehors du contexte initial, permet de prendre le recul nécessaire pour imaginer de nouvelles pistes de réflexion qui pourront être développées dans un entretien complémentaire avec le même interlocuteur ou avec un interlocuteur différent. Cet outil permet également de saisir le vocabulaire ou les expressions particulières utilisées par chaque interlocuteur pour désigner des sentiments, des points de vue, des situations ou des éléments matériels de son environnement, ce qui aura toute son importance dans la phase d'analyse textométrique du corpus.

Cependant, cet outil doit être utilisé dans un climat de confiance totale entre l'enquêteur et l'enquêté. En l'absence d'un tel climat, l'enquêteur court le risque que l'enquêté, par gêne, garde pour lui des informations qui auraient été importantes pour l'enquêteur. Pour éviter ce biais, nous avons systématiquement pris soin d'expliquer à nos interlocuteurs que l'usage du dictaphone permettait de ne pas déformer ce qu'ils disaient car les informations qu'ils nous transmettaient étaient importantes. Après chaque entretien par dictaphone, l'écoute rétrospective permet de dégager des premières impressions et de mieux préparer l'entretien suivant, et d'améliorer ainsi l'enquête tant sur le plan de la structuration des idées mais aussi sur celui de la conduite de l'entretien.

En complément de l'utilisation du dictaphone, la prise de notes a été nécessaire. Elles ont servi en particulier lors des phases d'observation faites en dehors des entretiens. Une fois les entretiens réalisés, nous avons procédé à leur retranscription en français, en vue de constituer un corpus global. Si une retranscription de qualité exige beaucoup d'attention et de temps car elle suppose une écoute et une saisie mot à mot des entretiens, elle est indispensable pour garantir la fiabilité des informations recueillies avant de procéder à leur analyse. Cette phase préparatoire permet également de formuler les idées et les hypothèses qui permettront d'amorcer l'analyse.

La démarche suivie pour la production du corpus des entretiens est donc schématiquement la suivante : **(Figure n°8.6)**

1- La prise en compte du contexte environnemental, socio-économique et politique dans lequel l'entretien se déroule. C'est une phase qui plonge l'enquêteur dans le quotidien de l'enquêté, sur son terrain de travail.

2- L'enquêteur part de l'hypothèse selon laquelle l'interaction entre l'enquêté et le contexte dans lequel il vit façonne la perception qu'il a de son environnement, de ses activités et qu'en retour l'analyse que mène l'acteur local vis à vis de son milieu de vie influence de façon déterminante ses représentations ainsi que ses pratiques.

3- Cette perception est verbalisée à travers un discours. C'est la phase qui correspond à l'entretien proprement dit où le discours est recueilli par l'enquêteur.

4- Le recueil, la traduction et la transcription constituent les dernières phases de la mise en place du corpus d'entretiens. Ce corpus est la somme des entretiens menés. Il est soumis à des analyses thématiques et textométriques.

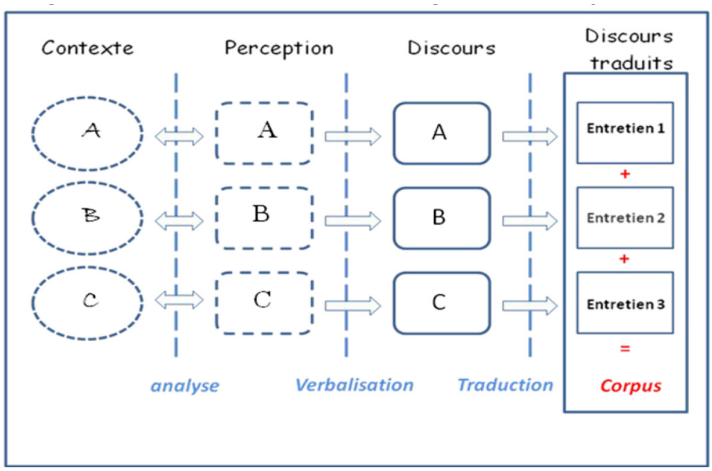


Figure n°8. 6: Schéma constitutif du corpus
(Source : Marega et al, 2013).

8.2 Méthodes d'analyse des entretiens

Deux procédés d'analyse des corpus ont été utilisés : les analyses de contenu classiques **(8.2.1)** et les analyses basées sur les statistiques textuelles **(8.2.2)**. Ces deux méthodes complémentaires ont été choisies pour appréhender de façon exhaustive les informations recueillies auprès des éleveurs et agro-éleveurs sahéliens. Les réponses sont ainsi analysées dans le but de comprendre la manière dont les éleveurs et agro-éleveurs, perçoivent l'évolution de leurs ressources, de leurs activités et par quelles pratiques ils s'adaptent aux différents changements.

8.2.1 Les analyses de contenu

L'analyse de contenu d'un corpus peut être faite soit entretien par entretien, soit thème par thème selon une grille où sont désignés et classés les thèmes qui intéressent le chercheur dans le cadre de son travail. Selon Blanchet & Gotman (2010), *« l'analyse de contenu implique des hypothèses ; elle est hyper sélective ; c'est une lecture exogène informée par les objectifs de l'analyste ; elle ignore la cohérence explicite du texte et procède par décomposition d'unités élémentaires reproductibles ; elle vise la simplification des contenus »*. Ce type d'analyse est très répandu dans le domaine des sciences sociales. Par exemple, dans le cadre du programme *ECLiS (Elevage, Climat et Sociétés en Afrique subsaharienne, ANR 2009-2012),* plusieurs enquêtes de terrain consacrées à la vulnérabilité des systèmes d'élevage sahéliens, ont été soumises à des analyses thématiques à partir d'objectifs initialement fixés. Ce type d'analyses a été appliqué avec l'objectif d'étudier la vulnérabilité des sociétés rurales au Sahel et de valider les hypothèses de départ concernant l'apport de l'élevage dans la réduction de cette vulnérabilité. C'est dans cet esprit que Gangneron, (2009) a mené ses entretiens à Hombori **(*cf.* Fig.8.2).** Son but a été d'inventorier les formes de gestion effectives des ressources naturelles. Il a ainsi identifié un archétype des pratiques ordinaires et des pratiques d'exception au moyen d'analyses thématiques à partir des enquêtes effectuées. Les archétypes dressés et validés à la lumière d'enquêtes par entretiens et par observation, faisaient partie intégrante d'objectifs fixés au départ. Le même type de travail a été effectué par Magnani (2009) dans son travail sur les formes de sécurisation des ménages d'éleveurs dans le Gourma.

Dans le Ferlo, Manoli, (2010) a effectué des entretiens semi-directifs pour étudier le rôle de l'élevage dans les systèmes pastoraux à partir des cas rencontrés dans la commune de Tésséké **(cf Fig.8.1).** Elle s'est intéressée à l'étude des trajectoires des familles dans le temps. Dans ce travail, l'auteur a analysé les entretiens par la construction d'une grille générique de lecture des entretiens. Ses enquêtes révèlent que pour les éleveurs du Ferlo, le sentiment d'incertitude se réfère à des événements ponctuels, de type « crise », comme c'est le cas dans l'extrait suivant d'un entretien qu'elle a réalisé :

« En 1973, les troupeaux se sont effondrés, les animaux sont morts, les gens ont commencé à se disperser » (Fatim, forage Widou, *In* Manoli, 2010).

Toujours dans le cadre du programme Eclis, à Dantiandou (Niger), plusieurs enquêtes sur les conditions des éleveurs ont été effectuées depuis les années 2004 jusqu'aux périodes récentes. (Hiernaux & Ayantunde, 2004 ; Hiernaux *et al.,* 2010 ; Hiernaux & Adamou, 2010 ; Hiernaux, 2010). La plupart de ces enquêtes ont été analysées de façon thématique. Lorsqu'il s'est agi d'enquêtes par questionnaires, elles ont été soumises à des dépouillements par des méthodes désormais classiques.

Il ressort de tout ceci que, dans les analyses de contenu, des informations fournies par les locuteurs mais ne relevant pas d'une grille thématique visant à valider des hypothèses posées au départ, échapperont nécessairement au chercheur. Or, au sein du discours des personnes interrogées, peuvent se trouver des éléments qui ne relèvent pas de prime abord des thèmes étudiés par le chercheur mais qui pourraient se révéler avoir une importance réelle pour autant que l'on s'intéresse aux perceptions des interlocuteurs au sens plus large. Il faut donc trouver une manière d'étudier ces informations plus inattendues, qui peuvent réellement apporter une innovation dans l'interprétation scientifique des entretiens. Dans cette perspective, nous avons choisi de procéder à des analyses fondées sur les statistiques textuelles. De telles analyses permettent en effet d'avoir rapidement une vue d'ensemble sur un corpus, aussi long et complexe soit-il. Elles permettent en outre de détecter facilement des informations utiles qui auraient échappé au chercheur qui se restreint à une analyse de contenu. Cela conduit à un autre avantage qui est la possibilité de combiner plusieurs ensembles d'entretiens au sein d'un même corpus pour mener une étude comparative entre eux. C'est ce que nous avons pu faire avec les enquêtes menées dans le Ferlo et le Gourma.

8.2.2 Les analyses textométriques

Quand l'analyse des textes et la statistique se rencontrent, cela donne naissance à ce que l'on désigne sous le nom de statistique textuelle. Cette approche nous a permis d'analyser et de comparer entre eux les discours de nos locuteurs afin de faire émerger et si possible de comprendre les différentes idées et représentations qui y étaient exprimées.

Pourquoi appliquer les statiques textuelles à nos enquêtes ?

Comme évoqué plus haut, l'une des principales limites des analyses de contenu réside dans le fait de ne recourir aux arguments qualitatifs et quantitatifs que dans le but de conforter ou d'infirmer des hypothèses posées dès le départ. Elles servent donc à alimenter un raisonnement hypothético-déductif. Le chercheur y est souvent tenté de faire appel à des exemples opportunément choisis parmi les entretiens pour illustrer, confirmer voire infirmer ses hypothèses. Un tel filtrage « pour la bonne cause » des entretiens, équivaut *ipso facto* à

la perte de ce qui a été « dit » mais pas pris en compte car considéré comme du « bruit ». Or, lorsqu'on examine les résultats d'entretiens ouverts ou semi-dirigés réalisés dans de bonnes conditions, on observe que les discours des personnes enquêtées sont souvent d'une grande richesse et qu'en outre ils contiennent souvent des éléments dont le chercheur ne soupçonnait ni l'existence, ni l'intérêt. Le chercheur doit pouvoir les exploiter non seulement pour valider ses observations et hypothèses de travail, mais aussi pour prendre en compte d'autres types d'informations, telles celles qui auraient été « filtrées » comme étant des digressions au regard des thèmes qu'il s'était proposé d'étudier à travers la réalisation de l'enquête.

Les analyses quantitatives appliquées à des corpus de type qualitatifs offrent l'avantage de faire émerger de nouveaux résultats, des informations inattendues à travers l'exploration statistique des textes. Nous avons combiné cette approche avec les analyses traditionnelles car les deux approches, loin d'être opposées, sont complémentaires.

Nous décrirons dans ce qui suit, la façon dont nous avons utilisé la textométrie pour exploiter nos corpus d'entretiens que nous avons constitués.

Les entretiens que nous avons menés sont introduits par des questions assez ouvertes. Les réponses à ces questions constituent des sources d'information, très riches mais également qu'il est délicat de cerner. Le traitement statistique de tels corpus, pour être réalisable, doit obéir à certaines règles. Parmi ces règles figure la nécessité de procéder à des regroupements des réponses par catégorie dans l'optique de confronter les profils lexicaux moyens de ces *« catégories »* (Lebart & Salem, 1994). Ces regroupements par catégories permettent de faciliter la lecture et aident à l'interprétation des faits rapportés tout en sachant que la grille de lecture reste large. Cependant, le choix des catégories doit être bien réfléchi pour être pertinent et permettre de faire des analyses croisées approfondies.

Ci-dessous, nous présentons les différentes opérations d'analyse que nous avons effectuées sur nos corpus.

- **Partition et segmentation du texte**

La partition consiste à diviser le texte en unités comparables au moyen de balises qui jalonneront le texte. Ces unités constituent des clés de lecture **(Tableau n°8.1),** des variables permettant d'analyser l'ensemble du corpus et d'effectuer des analyses comparatives de différentes parties du corpus. Nous les avons choisies sur la base de critères géographiques (les lieux de l'enquête) et de catégories socio-économiques, démographiques et ethniques permettant de décrire chaque interlocuteur. Ainsi les variables d'analyses que nous avons retenues sont les suivantes :

- La localité de l'interviewé ;
- Les types d'activités qu'il pratique ;
- Son ethnie ;
- Sa tranche d'âge.

A ces balises descriptives, nous avons adjoint deux balises supplémentaires que sont le numéro de l'entretien et l'identité du traducteur.

Tableau n°8. 1: Exemple de mise en forme du texte d'un entretien préalable à une analyse textométrique : extrait du corpus Ferlo

<Entretien=5>,<Acteur=Eleveur>,<Ethnie=Peul>,<Localité=Boulal>,<Age=Vieux>,<Trad=Ababacar>

§ Je suis Amadou Ka, le chef de village de Ndougou, un village situé à 20 km d'ici.
Je n'ai d'autres activités que la transhumance. C'est l'activité que je pratique depuis tout petit. J'ai hérité cette activité de mon père.

§ Je peux aller jusqu' à Mbour, jusqu'au Sénégal oriental mais c'est en saison sèche. Je calcule le temps pour arriver ici en début de la saison des pluies. Actuellement je suis ici en cette période parce que la saison des pluies a été bonne donc on peut commencer à partir vers le mois de janvier. A cette période je ne sais pas où est ce que je dois aller mais je sais bien où est ce que je suis déjà passé. Je vais moi - même voir en avance pour voir s'il y a du fourrage à un endroit avant de partir avec les troupeaux. Récemment il y a eu des difficultés parce qu'il n'avait pas beaucoup plu, on était très fatigué, il n'y avait plus de réserves, les points d'eau s'étaient vite asséchés, on était obligés de vendre une partie du bétail pour pouvoir acheter des compléments alimentaires.

Le tableau **n°8.1**, montre un exemple de mise en forme du texte à l'aide des balises qui permettent de construire les variables que l'on envisage d'étudier. On peut par exemple analyser le discours des acteurs de l'ensemble de la région indépendamment des autres balises. De la même manière, il est également possible de comparer les discours des acteurs selon leur localité dans le but de cerner les différences en matière de perceptions, des pratiques entre les villages enquêtés. Une fois ces clés de lecture ou balises constituées, on peut opérer une segmentation du corpus. Celle-ci consiste à diviser les textes en éléments graphiques. Chaque mot étant considéré comme un élément graphique, cette opération est réalisée automatiquement par le logiciel d'analyse textuelle.

- **L'analyse des fréquences**

A partir d'un mot clé qui renvoie à une signification particulière, un intérêt particulier dans le cadre de la thématique étudiée, on peut étudier sa fréquence absolue ou relative. A partir de l'index hiérarchique des fréquences **(Tableau n°8.2),** on repère immédiatement les formes (mots) selon la fréquence de leur utilisation dans la partie du corpus analysée. Cet outil offre l'avantage de pourvoir étudier de plus près les termes les plus fréquemment employés par les interlocuteurs lesquels peuvent éventuellement renvoyer à des réalités, à des idées, ou à des représentations intéressantes à étudier.

Tableau n°8. 2: Index hiérarchique des fréquences de mots par ordre décroissant dans le corpus «Hombori »

Formes	*Fréquences*
de	1548
les	1377
a	904
des	840
pas	795
…	…
animaux	577
pâturages	147
l'herbe	121
pluies	52
brousse	49
champs	49
sècheresse	27

Le **tableau n°8.2**, montre par ordre décroissant de fréquence absolue les termes présents dans le « corpus Hombori ». Le mot le plus fréquemment employé dans ce corpus est *« de »* utilisé 1548 fois, ensuite vient « les »,1377 fois. Les mots qui font sens et qui sont au centre de notre étude apparaissent progressivement. C'est le cas du mot *« animaux »,* utilisé 577 fois. Ce mot renvoie directement à l'activité d'élevage dans ses différentes composantes : la catégorie d'animaux élevés par les acteurs enquêtés, la taille des troupeaux entre autres. Parmi les termes relatifs aux ressources naturelles, le mot *« herbe »* est utilisé 121 fois. D'autres mots importants dans le cadre de notre étude apparaissent dans le tableau : *pluies* 52 fois ; *champs* 49 fois ; *sécheresse* 27 fois. On peut ainsi analyser ces mots en s'intéressant à leur contexte d'utilisation, à leur fréquence absolue ou relative par localité, par catégorie d'acteurs (âge, catégorie socio-professionnelle, ethnie)

Il faut aussi être conscient, comme le soulignent Leimdorfer & Salem (1995), d'une particularité liée au discours oral notamment dans le cadre d'entretiens : c'est la répétition de certains mots qui joue souvent le rôle de reprise thématique. Autrement dit le maintien du fil conducteur du discours conduit à une certaine répétition. Les analyses doivent donc tenir compte de cette caractéristique du discours lorsqu'il est issu d'entretiens.

- **L'analyse des spécificités**

Les spécificités permettent de comparer les fréquences d'emploi d'un même terme entre différentes parties du corpus en se référant à un modèle théorique d'équirépartition de ce terme au sein du corpus. Cet outil permet de détecter les suremplois ou au contraire les sous-emplois d'un terme ou d'une expression dans certaines parties du corpus lesquelles s'opposent à des emplois « non spécifiques » (ni sous-emploi ni sur-emploi particulier) ailleurs dans le corpus. **La figure n°8.7** est un exemple d'analyse des spécificités des termes qui évoquent les ressources naturelles pastorales dans la région du Ferlo. On y observe cinq spécificités négatives d'emploi du terme *« fourrage »*, dans les localités de Barkédji, Boulal, Loumbe, Ogo, Ouro Doro , qui s'opposent à trois spécificités positives du même terme à Doundoji, Ouro-Samba et Sombdandé. On observe également trois spécificités positives du terme *« Herbe »* dans les localités de Boulal, Doundodji et Ouro Samba s'oppose à une spécificité négative du même terme à Barkédji. Enfin on observe une seule spécificité du terme *« Eau »* dans la localité de Téssékré. Ces mots significativement sur-employés ou sous-employés lorsqu'on considère l'ensemble du corpus d'entretiens réalisés dans le Ferlo renvoient à des préoccupations particulières des locuteurs dans chacun des lieux où s'est déroulé l'entretien, nous invitant à retourner à celui-ci pour en trouver les explications. Les statistiques textuelles guident ainsi l'analyse.

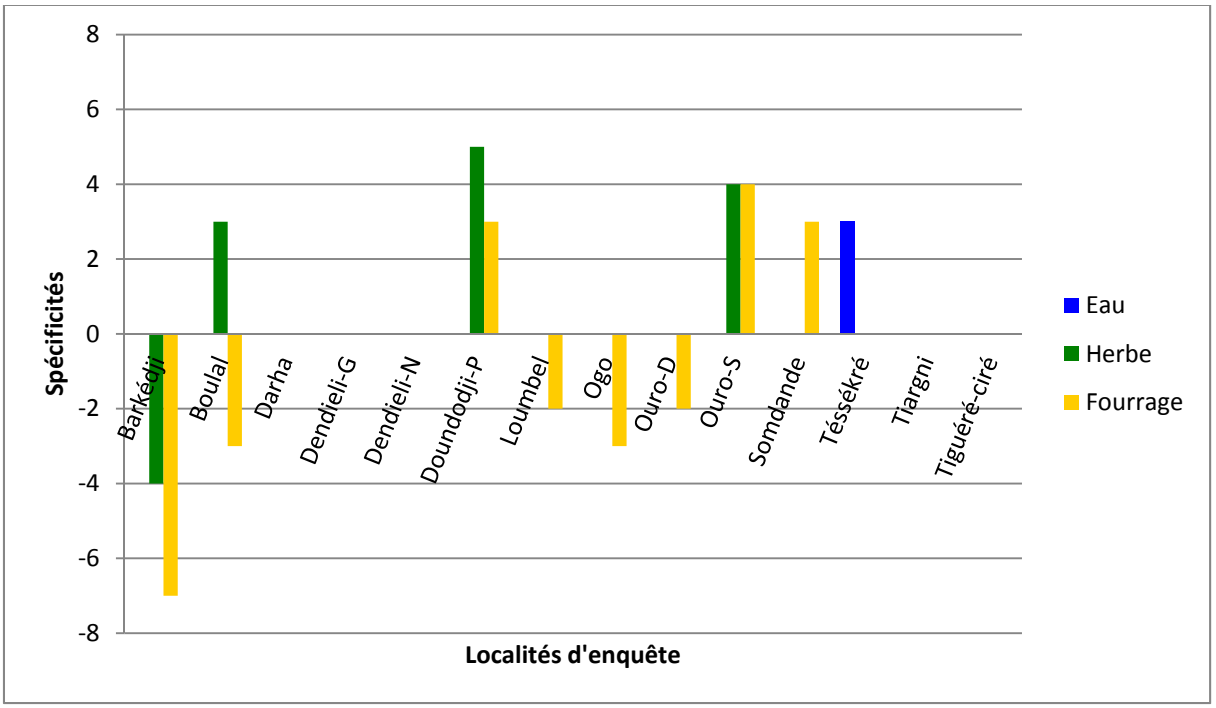


Figure n°8. 7: Quelques spécificités lexicales issues des entretiens réalisés dans le Ferlo

- **L'analyse contextuelle/ concordances de certains mots-clés**

Pour chaque mot ou forme, on peut étudier l'ensemble des occurrences à partir de l'index du corpus. Ces occurrences peuvent être systématiquement contextualisées. En effet, un mot peut avoir plusieurs sens en fonction de son contexte d'utilisation. Avant d'interpréter l'emploi d'un terme et sa fréquence, il est donc important d'étudier le contexte dans lequel le terme est utilisé. **Le tableau n°8.3** montre un exemple de concordance qui permet d'analyser le contexte dans lequel le mot *« pluies »* est utilisé par les éleveurs de la région de Hombori (Mali). Ces résultats permettent de mieux cerner la façon dont les personnes rencontrées dans cette région considèrent les effets des irrégularités et du manque de pluies sur les ressources pastorales et les activités d'élevage.

Tableau n°8. 3: Exemple de concordances sur la forme « Pluies » d'après les entretiens réalisés à Hombori (Mali)

Partie : Hombori, Nombre de contextes : 16

Ici, l'herbe ça pousse vite, avec deux bonnes **pluies** seulement c'est bon.
Je pense que ça va aller avec les bonnes **pluies** ces derniers temps.
Pendant le mois d'août normalement c'est la pluie, mais ici à Hombori souvent c'est que du vent.
Les trois à quatre bonnes **pluies** sont largement suffisantes pour l'élevage.

Pendant la saison des **pluies**, je suis dans le Mondoro.
Si l'on a un seul barrage au pied de cette dune (Korji),
C'est largement suffisant parce que l'eau des **pluies** rentre là-bas et tout ce qui vient du haut rentre au pied de la dune.

je suis venu à Sombangou , la saison des **pluies** m'a trouvée là-bas, après la saison des pluies , j'ai contourné le mont Hombori pour venir à Darawal.
Nous, on n'a jamais prévenu…néanmoins il y en a qui font un peu de stockage de fourrages.
Après la saison des **pluies**, on n'a pas vraiment de lieux de stockage non plus donc on ne peut pas faire du stockage en grande quantité.

Ça dépend de la saison des **pluies** si la saison est bonne ça va.
L'année dernière j'étais à Gossi , j'ai quitté là-bas avant que la saison des **pluies** ne commence, je suis venu à Sombangou.
Mais depuis 1973 les **pluies** n'ont pas été comme on le souhaite mais cette année, dieu merci ça va.
Il y a beaucoup de chose qui font que les **pluies** aujourd'hui deviennent rares et souvent mal reparties, mais nous on n'en sait pas trop. Aujourd'hui ils parlent de changements climatiques.
A un moment donné il ne pleuvait pas du tout, les gens au lieu d'acheter des semences et les utiliser tout en sachant que les **pluies** ne sont pas bonnes, d'autres ont préféré, ne pas cultiver et acheter directement le mil.
Chaque année les premières **pluies** nous perdons beaucoup de têtes, c'est dû au froid sur les bêtes faibles.

- **L'analyse factorielle des correspondances**

Cette méthode d'analyse statistique se fait à partir d'un tableau à double entrée croisant en ligne les formes/mots, et en colonne les parties du corpus telles qu'elles ont été définies par une clé-balise. A l'intersection de la ligne *I* et de la colonne *J*, on trouve le nombre de fois où la forme qui porte le numéro *I* apparaît dans la partie *J* du corpus. On note ce nombre : *K (I, J).* (Salem, 1982).

Dans le cadre de l'analyse textuelle, l'analyse factorielle des correspondances (AFC), permet de repérer les discours les plus ressemblants par rapport aux discours les plus dissemblables dans les différentes parties du corpus. Elle s'avère particulièrement utile dans une étude géographique où ces sous-parties correspondent à différents lieux. À partir du décompte des occurrences de chacune des formes dans chacune des parties du corpus analysé, l'AFC fournit une typologie des sous-parties du corpus. En analysant les groupes de points sur le premier plan factoriel (constitué de l'axe 1 représenté horizontalement et de l'axe 2 représenté verticalement), on peut établir des profils lexicaux les plus proches ou les profils lexicaux les plus éloignés. Les plans factoriels suivants peuvent éventuellement permettre de déceler un résidu d'information passé inaperçu. Ainsi L'AFC permet de dresser une typologie de l'emploi des mots sur l'ensemble du corpus étudié.

L'exemple montré en **Figure n°8.8** issu de l'analyse textométrique des entretiens réalisés dans le Ferlo met en évidence les villages ayant les discours les plus dissemblables entre eux comme Doundodji Parba et Dendielli Gueli sur l'axe 1, ou encore Ouro Samba et Somdande sur l'axe 2. À l'inverse, les villages aux discours les plus semblables sont Ouro Samba et Téssékré, tout comme Ouro Doro, Tiguéré Ciré et Boulal.

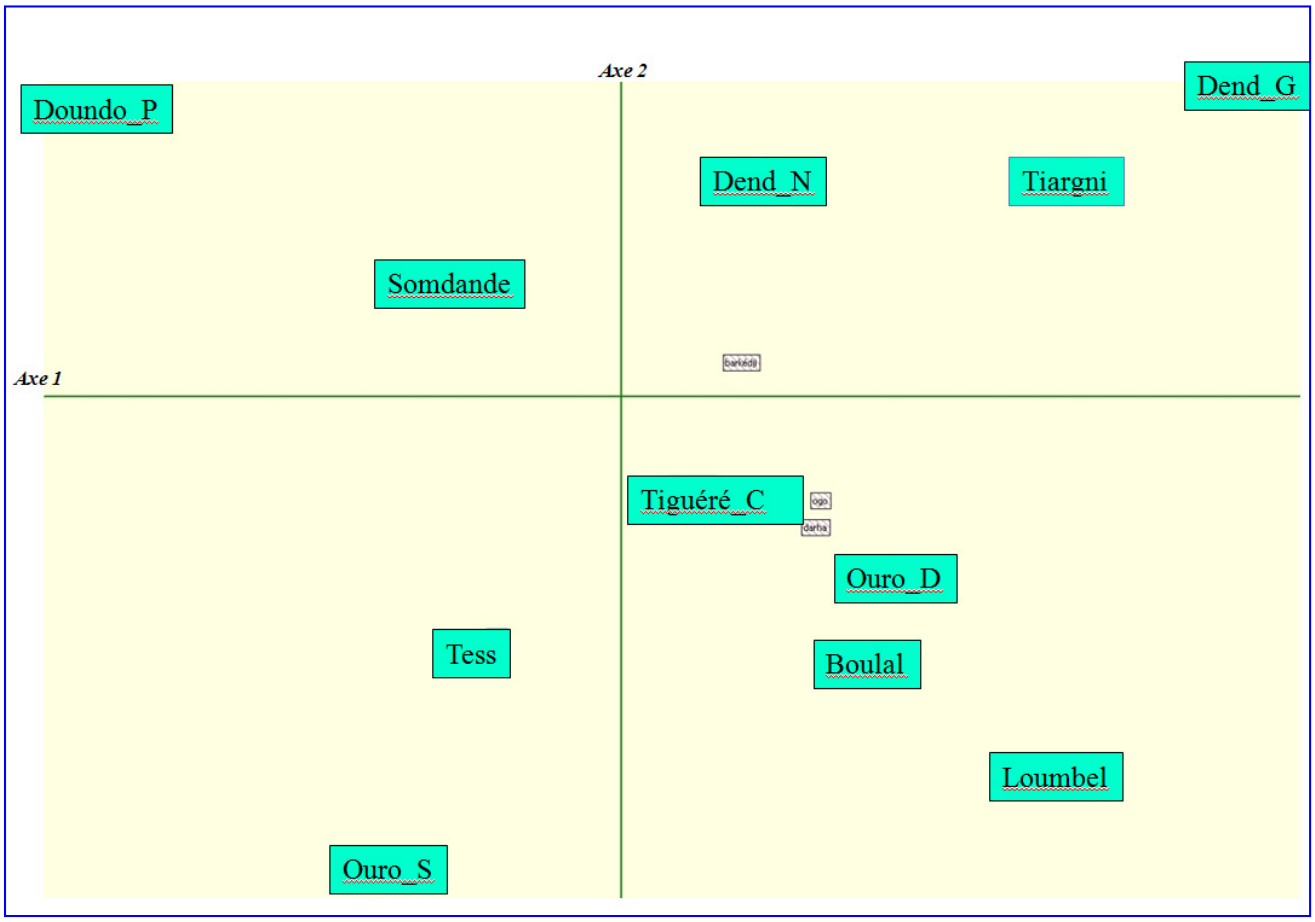


Figure n°8. 8: Analyse factorielle des correspondances sur la partition en « Localités » à partir d'entretiens réalisés dans le Ferlo

Nous avons utilisé ces différentes méthodes pour analyser les corpus d'entretiens réalisés dans le Ferlo (Sénégal) et le Gourma (Mali) et le Fakara (Niger) afin d'étudier les perceptions et représentations des éleveurs par rapport à l'évolution de leurs ressources ainsi que de leurs activités. Nous les avons ensuite combinées à des analyses de contenu pour mieux appréhender ces perceptions. Les résultats issus de différentes analyses sont exposés dans le **chapitre 9** pour le Fakara et le **chapitre 10** pour les micro-régions du Ferlo et du Gourma**.** Il s'est avéré que la combinaison des analyses de contenu et des statistiques textuelles permettait de mieux exploiter les informations recueillies. Nous montrerons comment les résultats obtenus ont contribué à améliorer notre compréhension des pratiques agropastorales dans les micro-régions étudiées.

Chapitre 9

Chapitre 9: Perceptions des dynamiques socio-environnementales au Sahel: cas d'étude appliqué à la vulnérabilité, l'adaptabilité et la résilience des agropasteurs et des agro-écosystèmes du Fakara nigérien.

L'objectif de ce chapitre est d'analyser les perceptions et stratégies d'adaptation des populations enquêtées dans les villages du Fakara et du Sud-Ouest nigérien en général. Deux originalités nous ont amené à distinguer cette étude du cas malien et du cas sénégalais. Tout d'abord il s'agit d'enquêtes menées par d'autres chercheurs et suivant d'autres objectifs notamment des enquêtes exploratoires avec des questions s'adressant à la population villageoise assemblée de façon plus ou moins large avec le chef du village. Il s'agit ensuite d'une micro-région caractérisée par une transformation plus importante du paysage avec une emprise accrue des activités agricoles et un recul de la végétation dans les localités du Fakara. Ainsi, dans l'optique d'une démonstration que la méthode exposée dans le chapitre précédent est reproductible et efficace, **(*cf*. chapitre n°8),** avec les techniques de la lexicométrie combinées aux analyses de contenu, les résultats de ce cas d'étude appliqué au Fakara et au Sud-Ouest du nigerien en général s'avèrent essentiels pour mieux cerner la vulnérabilité et l'adaptabilité des systèmes agropastoraux de cette micro-région. Dans un contexte caractérisé par d'importants changements socio-environnementaux, la démarche entreprise apporte un éclairage nouveau sur les perceptions locales et l'évolution actuelles des pratiques agropastorales.

9.1 Caractéristiques générales du corpus Fakara

Le corpus nigérien regroupe au total onze entretiens réalisés au sein des finages villageois du Sud-Ouest **(Figure n°9.1).** Trois villages au sud dans la partie soudano-sahélienne (plateau intermédiaire entre le dallol Bosso et le dallol Maourey) : Kawara ndébé, Farey et Fabidji. La partie centrale du corpus est constituée par la Fakara entre fleuve Niger ey dallol Bosso : Saboudey, Kampapeul, Zindarou, Kirib Kaina, Maourey Tonkobinkani. Deux villages sont dans la région de Tillabéry proches du fleuve Niger : Lémou et Dyna, dans le Gourma nigérien. Enfin, Jankouka, dans la partie la plus sahélienne, est dans le nord du dallol Bosso près de la ville de Filingué.

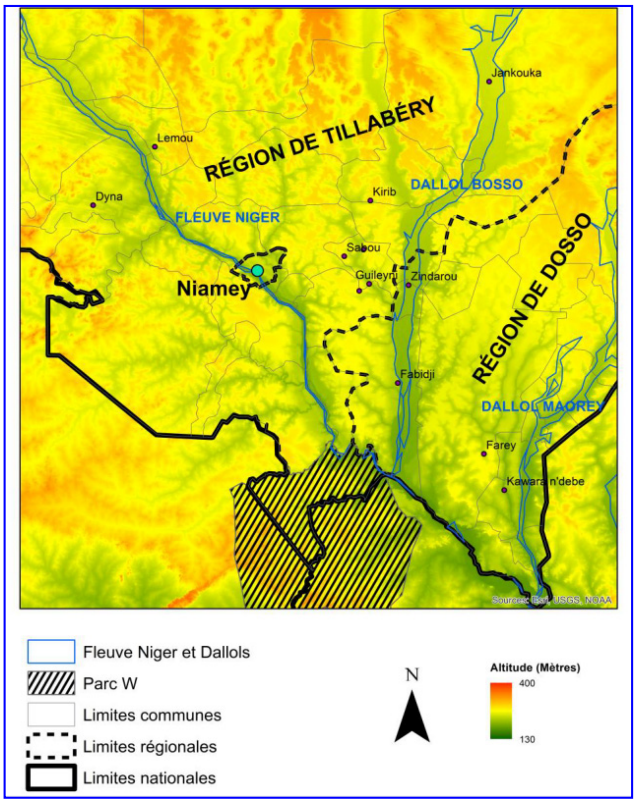


Figure n°9. 1: Villages enquêtés dans le Fakara (Source: San Emeterio, 2015)

Les villages ont été échantillonnés suivant un gradient bioclimatique nord/sud afin d'évaluer la variabilité spatio-temporelle des ressources fourragères et des activités agropastorales qui en dépendent. Les entretiens ont été structurés autour d'une grille thématique qui aborde principalement les activités agricoles, pastorales ainsi que l'état et l'évolution des ressources végétales **(Tableau n°9.1)**.

Tableau n°9. 1: Grille thématique de l'enquête semi-directive

- **Population, ethnie(s)**
- **Activités,**
  - Activités agricoles,
  - Activités forestières,
  - Activités pastorales,
    - Composition et densité du troupeau,
    - Gestion du troupeau,
    - Calendrier,
    - Lieux de pâturage,
    - Transhumance,
- **Variations climatiques,**
  - Années sèches et pluvieuses,
  - Années fastes et maigres pour le fourrage

Les caractéristiques lexicométriques du corpus indiquent 49 060 occurrences et 3 920 formes au total. En faisant les décomptes par localité, on constate que les entretiens effectués dans les villages de Guileyni et Lemou sont les plus volumineux en termes d'occurrences et de formes avec respectivement près de 7000 occurrences et 1261 formes à Guileyni, 6 691 occurrences et 1 179 formes à Lemou **(Figure n°9.2)**.

Les entretiens effectués dans les villages de Saboudey et Zindarou, plus courts, ne comprennent qu'un peu plus de 2 000 occurrences et moins de 600 formes chacun.

Comme clé d'analyse, la principale balise utilisée dans ces enquêtes est la localité où les entretiens ont été réalisés, l'objectif étant de mettre en évidence d'éventuelles différenciations spatiales dans les discours. Les entretiens ayant été menés auprès des chefs de village : ainsi on ne peut s'attendre à trouver dans ces enquêtes une grande diversité des profils d'acteurs. En effet, même si lors des entretiens de nombreux villageois étaient présents, l'analyse lexicométrique des discours fait ressortir ici les propos du principal interlocuteur, à savoir le chef de village.

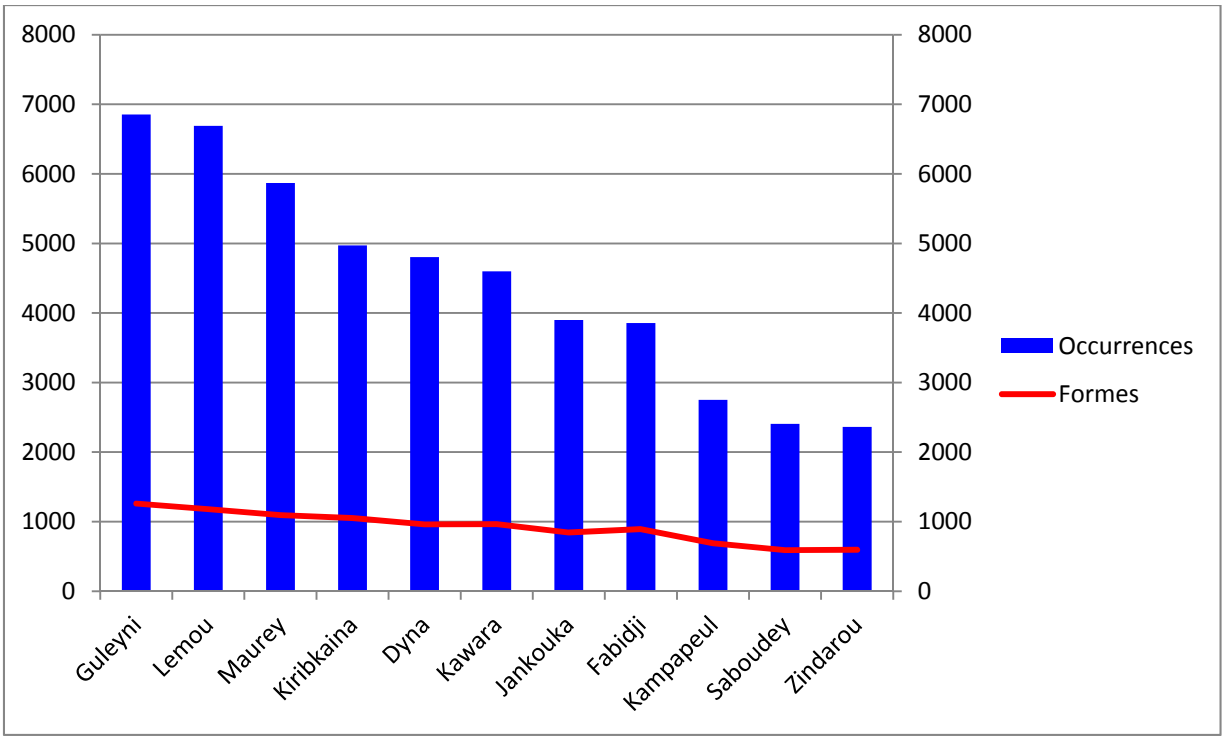


Figure n°9. 2: Caractéristiques générales du corpus Fakara

Par ailleurs, compte tenu du biais introduit ici par le traducteur qui accompagnaient les enquêteurs et qui était aussi ingénieur forestier, les entretiens ont été entièrement retranscrits à partir de langues vernaculaires utilisées par les populations lors des enquêtes. C'est sur la base de ces retranscriptions qu'ont été effectuées les analyses textométriques présentées dans ce qui suit.

9.2 Perceptions des ressources et des activités : analyse des discours par village

L'idée de soumettre les entretiens à des analyses textométriques est une approche peu usitée en géographie (Grésillon, 2005). Pourtant les textes sont porteurs de sens rattachés à leurs lieux de productions (Alexandre *et al.*, 2006). Ces analyses mettent en évidence une grande richesse lexicale et à travers les récurrences des différentes formes, nous avons tenté de mettre en évidence des particularités lexicométriques.

Les premiers enseignements de l'analyse des dires d'acteurs sur la vulnérabilité et l'adaptabilité des agropasteurs locaux ont été fournis par l'analyse factorielle des correspondances (AFC) des formes en fonction des localités. Les champs lexicaux sont structurés par les 2 axes principaux avec des groupes de mots spécifiquement rattachés aux différentes localités **(Figure n°9.3)**. Les classes formées par les groupes de formes ont été obtenues retenant les spécificités positives c'est-à-dire un emploi significativement plus fréquent - d'emploi des formes pour chacune de localités.

Le premier résultat met en évidence une distinction entre les entretiens effectués dans les dallols le long de l'axe 1 de l'AFC par rapport aux autres entretiens. Il s'agit notamment des entretiens effectués à Kawara, Fabidji et Zindarou, tous situés à proximité d'un dallol. Pour ces villages, les spécificités positives montrent que les champs lexicaux sont structurés autour de termes qui renvoient aux activités agricoles. Ainsi, dans le groupe de mots spécifiquement employés dans ces villages, on liste les termes: *agriculture, fumure, cultivé, animaux, pâturages, élevage*. Les activités agricoles sont largement dominantes dans ces localités avec un élevage d'appoint qui procure des revenus complémentaires aux populations locales. Avec la monétarisation, le bétail est perçu comme un capital sur pied qui peut fournir d'importantes ressources financières. Cette perception de la valeur financière du bétail est mise en évidence sur le premier plan factoriel à travers l'emploi spécifique de l'expression : « francs-CFA ».

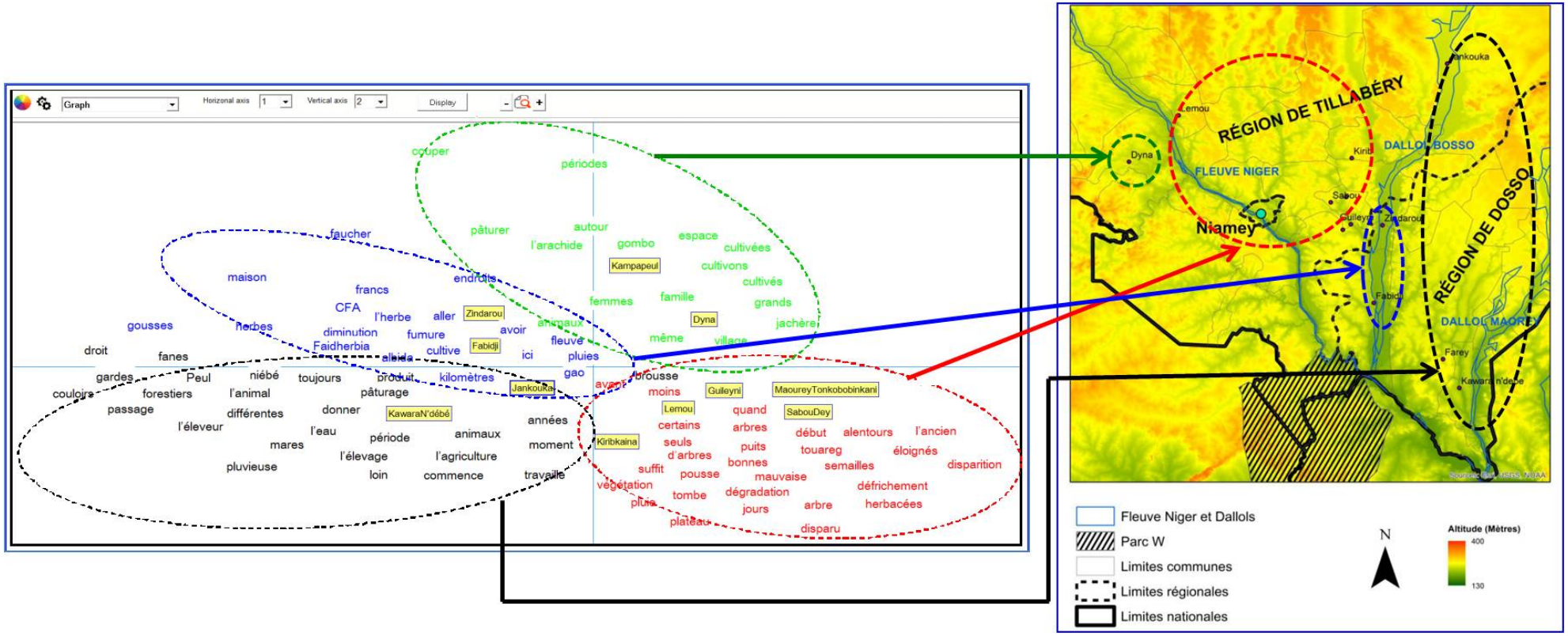


Figure n°9. 3: AFC du discours par localité (Fakara)

Une analyse focalisée sur ce terme « francs-CFA » notamment à travers les fréquences relatives et les contextes **(Figure n°9.4)** met en évidence l'aspect monétaire de l'activité d'élevage pour les agropasteurs de ces localités. L'intérêt pour ceux-ci de développer cette activité s'accompagne d'une préoccupation pour l'accès aux ressources fourragères. En effet, la pression agricole sur les espaces étant très forte dans ces localités, il leur faut compter sur les fanes de niébés et le fauchage de la paille sur les plateaux voisins pour nourrir le bétail.

L'AFC fait ainsi ressortir les contrastes entre les discours tenus lors des entretiens dans les villages du dallol avec ceux tenus dans la partie sahélienne de la zone où se situent les villages de Kirib Kaina, Maourey, Saboudey, Lemou, Guileyni **(cf Figure n°9.3).** Les spécificités lexicales qui caractérisent ces localités montrent que les perceptions des ressources et des activités sont marquées par des préoccupations liées à la pluviométrie, à la dégradation et à la disparition de certaines ressources fourragères, aux défrichements, à l'accès aux ressources en eau, et, en particulier, aux puits.

Sur la partie positive de l'axe 2 du premier plan factoriel, deux villages (Dyna et Kampa Peul) s'opposent à l'ensemble des autres localités. Les groupes de mots utilisés de façon spécifique dans ces deux localités font référence aux pratiques agricoles (jachères) et aux espaces cultivés. On peut noter une certaine originalité des discours qui tient à la mise en avant du rôle des femmes dans les différentes activités agropastorales notamment le maraîchage dans ces deux localités.

Cependant, le faible nombre d'entretiens effectués dans cette zone invite à la prudence quant à l'interprétation des coordonnées factorielles des groupes de mots. C'est la raison pour laquelle nous compléterons cette analyse par celle des fréquences relatives, des spécificités et des contextes afin de mieux cerner les perceptions et les stratégies mises en place par les populations enquêtées à travers leur discours.

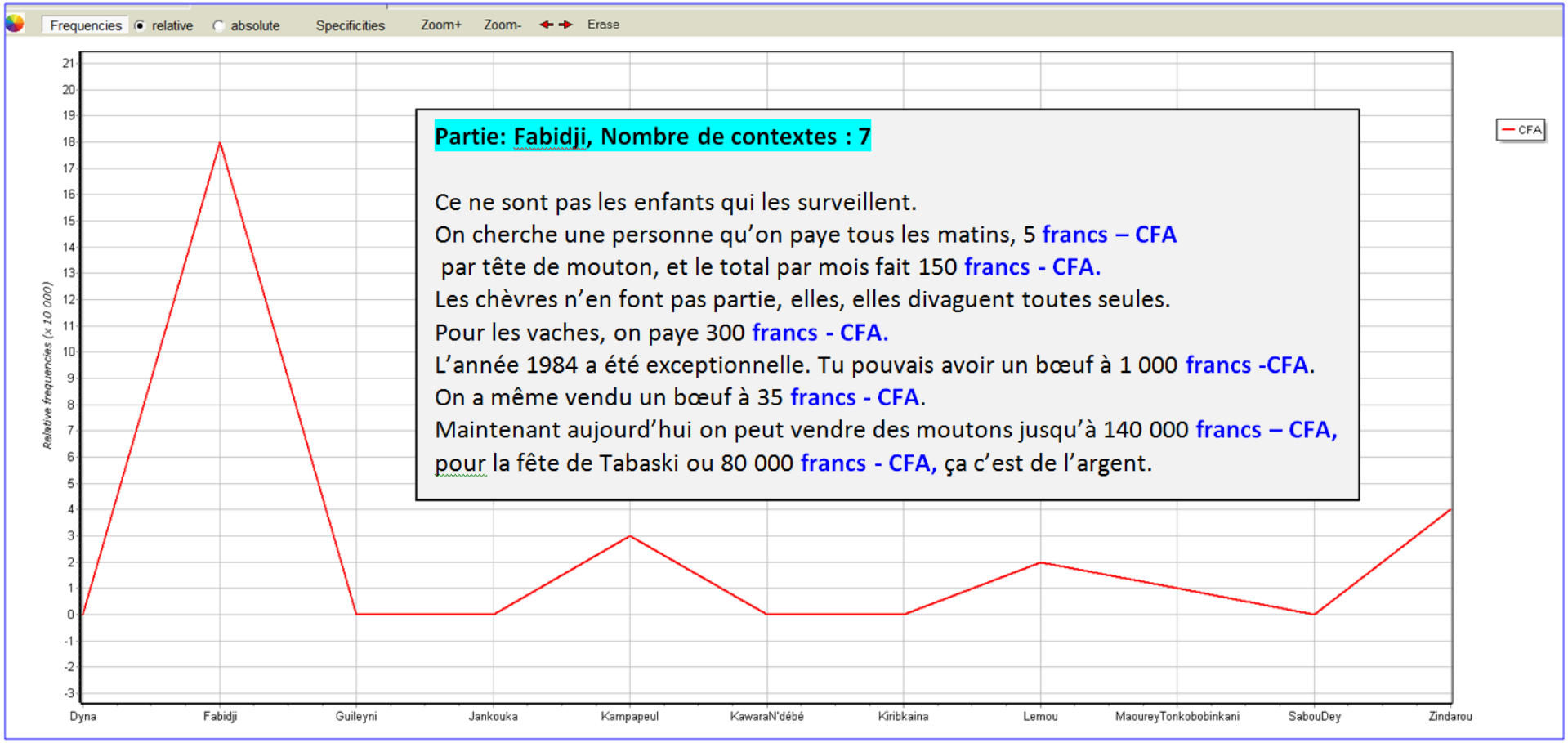


Figure n°9. 4: Fréquences relatives, forme Francs-CFA

9.2.1 Spécificités des perceptions par rapport au ressources fourragères

La deuxième phase de notre analyse consiste à spatialiser les spécificités de certains termes utilisés dans les villages et qui sont en rapport avec la problématique de l'accès aux ressources fourragères. Une telle analyse nous a permis faire ressortir des nuances notables au sein de la micro-région du Fakara et, plus globalement, du Sud-Ouest du Niger. Tout d'abord, nous avons étudié les différentes spécificités positives et négatives concernant les termes suivants : *arbres, herbes, fanes, fourrage.* Ces spécificités ont ensuite été spatialisées sur un fond de carte de changements d'occupation du sol pour une meilleure compréhension de leur utilisation en lien avec les dynamiques progressives ou régressives du couvert végétal **(Figure n°9.5)**.

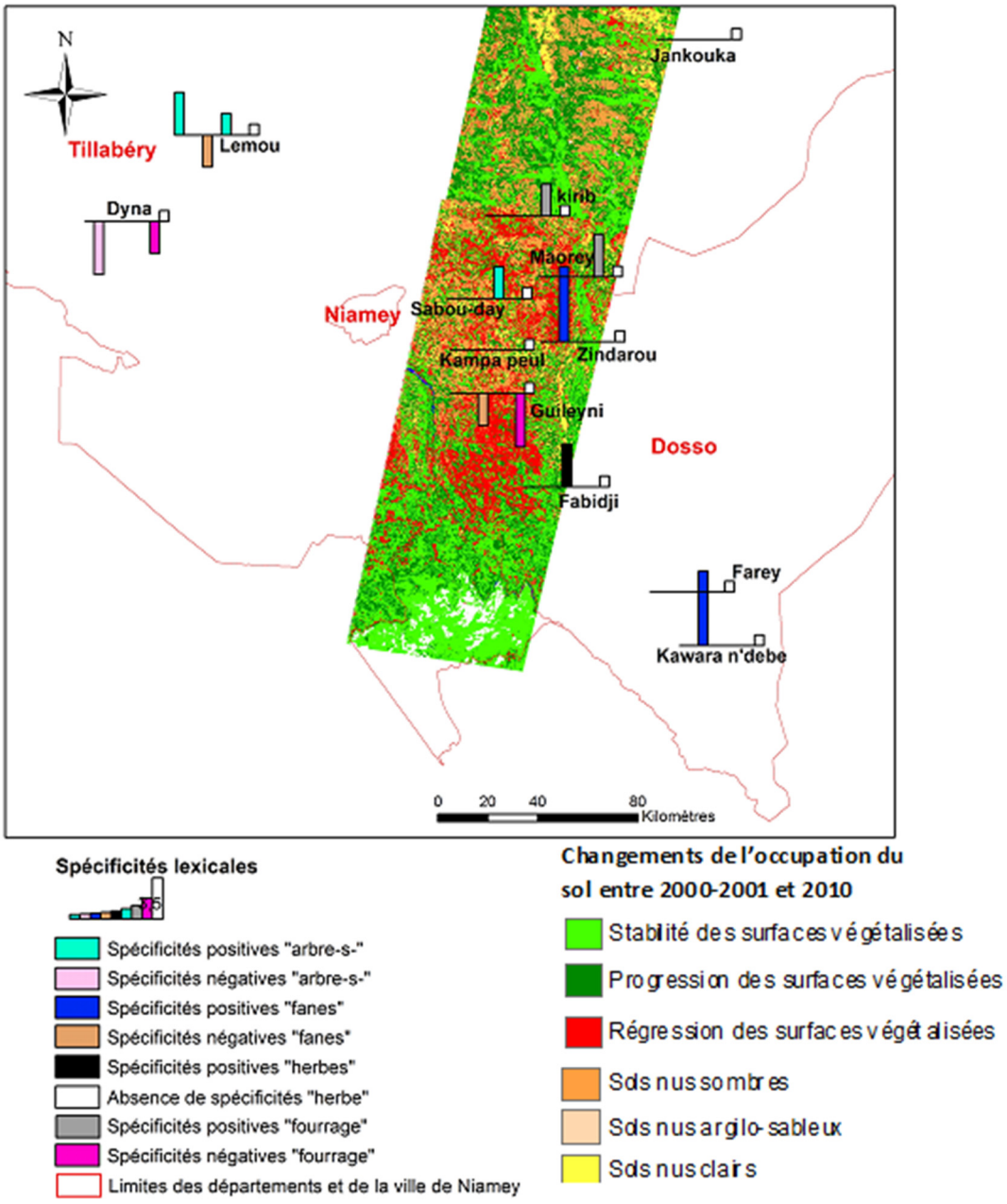


Figure n°9. 5: Spécificités lexicales relatives à la perception des ressources fourragères par localité

Les premiers résultats mettent en avant des spécificités positives dans l'emploi des termes *fanes et herbes* dans les localités de Kawara, Fabidji et Zindarou. Dans ces localités où une importante partie du finage se situe dans les dallols, la question des ressources fourragères telle qu'elle a été abordée lors des entretiens concernent donc les fanes de niébé et le fourrage herbacé. Dans cette région où l'activité agricole est dominante, la culture du niébé est généralement associée à celle du mil. A la fin des récoltes après la saison des pluies, les fanes de niébé font l'objet de fauchage et de stockage dans l'optique

d'apporter des ressources fourragères au bétail pendant la période de soudure. Concernant les herbacées, le caractère humide de ces vallées fossiles permettent une présence prolongée d'herbe verte pâturée par les troupeaux **(Figure n°9.6).**

Figure n°9. 6: Environs de Kawara : Paysage à tapis herbacé dense, piqueté d'arbres tels que le Palmier Doum d'Egypte *(Hyphaene thebaica)*, (Source : Alexandre *et al.*, 2009)

Dans les localités sahéliennes les plus septentrionales, les termes *fanes* et *herbe* laissent la place aux termes *fourrage et arbres.* Dans ces localités, la faiblesse des précipitations entraîne la limitation de la biomasse qui à son tour engendre des difficultés d'accès aux ressources fourragères (Alexandre *et al*., 2013). La carte d'occupation du sol montre en effet que dans cette partie de la micro-région, il y a eu régression importante du couvert végétal entre le début des années 2000 et l'année 2010. Ainsi peut-on observer une nette corrélation entre les dires d'acteurs et les dynamiques d'occupation du sol. C'est dans les localités de Kirib Kaina **(Figure n°9.7)** et Maourey que l'on retrouve les spécificités positives concernant le terme *fourrage,* tandis que Lemou et Saboudey sont caractérisés par des spécificités positives du terme *arbres.*

Figure n°9. 7: Fauchage et stockage de fourrage à Kiribkaina.

(*Les charrettes assurent le transport de l'herbe fauchée. Les champs constituent parfois des lieux de dépôt pour le stockage du fourrage),* (Source : Alexandre *et al*., 2009)

Pour comprendre ces différentes spécificités, une étude des contextes apporte un éclairage sur les perceptions exprimées. Par l'évocation du terme *fourrage,* les agropasteurs de Maourey expriment les difficultés qu'ils éprouvent pour accéder à cette ressource **(Tableau n°9.2).** Ils perçoivent un manque de fourrage qui serait d'après eux lié à la sécheresse. Les discours tenus expriment une certaine nostalgie du passé où le fourrage aurait été plus abondant par rapport à la période actuelle. Les éleveurs se déplacent en direction du sud du Fakara pour pallier le manque de fourrage qui caractérise leur environnement.

Tableau n°9. 2: Quelques contextes de la forme "fourrage" à Maourey

Partie : Maourey-Tonkobinkani, Nombre de contextes : 9

Tu sais, s'il n'y a pas assez de pluie au début, c'est difficile d'avoir du **fourrage** après. Même cette année, il n'y a pas eu beaucoup de **fourrage**.

Il n'y avait pas de **fourrage** et que c'est dans le Fakara qu'ils allaient chercher du **fourrage**.

Et c'est dans le Fakara vers Dantiandou et Falanga que des gens leurs ont prêté des champs pour faucher l'herbe.

Quand on était des enfants, à ce moment-là, il y avait abondance du **fourrage** et les animaux n'arrivaient même pas à le finir.

Pour ce qui est de l'année 1984, il n'y a eu ni récolte, ni **fourrage**, et tout le pays a été touché par la sécheresse.

Aujourd'hui, même s'il pleut beaucoup, ça ne donne pas autant de **fourrage** qu'auparavant.

Sinon, concernant les vaches, on commence à les nourrir avec, lorsque le **fourrage** se raréfie et lors qu'elles commencent à être affamées.

Dans le sud du Fakara, je ne vois pas vraiment où est-ce qu'on peut trouver beaucoup de **fourrage**, vers Falanga, peut-être, mais ça dépend des endroits.

Les résultats issus de l'analyse des contextes liés aux spécificités positives du terme *arbres* (**Tableau n°9.3**) montrent une perception de la vulnérabilité des arbres liée au contexte climatique en relation avec les grandes sécheresses, vulnérabilité qui serait également d'origine anthropique puisque liée à l'ampleur des défrichements qui seraient à la base de la diminution importante de la végétation arborée comme c'est le cas dans la localité de Lemou. On note l'originalité des discours tenus à Lemou quant à l'emploi fréquent du terme « arbres » peut-être en raison de l'influence que la présence de ces derniers pourrait avoir sur la présence d'oiseaux granivores. Les populations de ces villages étant majoritairement des cultivateurs, on pourrait comprendre la méfiance qu'ils expriment dans leurs rapports à la présence des arbres dans les champs. Cependant cette présence est encouragée par les autorités nationales qui interviennent et sensibilisent sur l'importance de la technique du « défrichement amélioré ». Cette technique consiste à défricher les champs en laissant un arbre tous les 3 ou 4 mètres avec le double objectif de lutter contre l'érosion des sols et de jouer le rôle de coupe-vent pour protéger les cultures et augmenter les rendements. Ce dernier objectif est discuté par certaines personnes interrogées qui pointent une destruction des cultures par les oiseaux granivores qui seraient attirés, d'après elles, par ces arbres laissés sur pied **(cf tableau 9 .3).**

Tableau n°9. 3: Quelques contextes de la forme "arbres" à Lemou

Partie : Lemou, Nombre de contextes : 10

Non, nous n'abattons pas les grands **arbres**.

Il y a eu la sécheresse sévère, que tout le monde connaît, c'est cette sécheresse qui a tué les **arbres**. Et depuis cette période, les **arbres** ne font que mourir.

Il y a de cela 20 ans que le dernier défrichement a eu lieu et c'est ce qui a tué tous les **arbres** et depuis il n'y a que de la dégradation de la végétation.

Il y a des choses dans cet endroit qui lorsque la saison est venue, si tu arranges les **arbres**, tu seras déçu, ce sont des oiseaux, dès que le mil pousse, ce sont ces oiseaux qui mangent.

Oui, nous, nous pensons que ce sont les **arbres**, parce qu'ils se posent sur les **arbres** et mangent le mil. Ceux qui ont les plus d'**arbres** dans leur champ n'auront pas assez de récolte.

Nous, à notre avis, c'est lié au manque d'eau. L'eau ne suffit pas aux **arbres**, même ceux qui sont plantés meurent. C'est la saison des pluies même qui est insuffisante.

Même, s'il n'y a assez d'herbe, les chèvres, elles, grimpent aux **arbres** pour brouter.

Après l'étude de termes comme *herbes, arbres, fanes de niébé*, et *fourrage,* nous nous sommes intéressés à des termes plus génériques qui font référence à une spatialisation ou à une localisation marquée. Ainsi a-t-on recherché au sein du discours, des termes qui renvoient directement ou indirectement à l'emplacement où à l'étendue des ressources fourragères. Il s'agit des perceptions exprimées en évoquant les termes *végétation, jachères, pâturages et champs.* L'étude des spécificités lexicales qui les caractérisent a ensuite fait l'objet d'une spatialisation qui permet une mise en relation avec l'occupation du sol dans la micro-région **(Figure n°9.8).** Les résultats montrent que le terme *pâturages,* est caractérisé par une spécificité positive dans les localités de Kampa Peul et Kawara n'débé. A Kampa peul, les populations enquêtées mettent l'accent sur la variabilité spatio-temporelle des pâturages. Elles distinguent d'un côté les pâturages qui se situent sur les plateaux latéritiques pour le pâturage de saison des pluies et de l'autre côté, les champs récoltés pour le pâturage de saisons sèche.

Quant à Kawara n'débé, la spécificité positive s'explique par la position de ce village (plus au sud dans le domaine de transition entre le sahélien et le soudanien), au sein d'une zone qui comporte des pâturages fréquentés par les transhumants qui traversent la région en direction du Bénin. Dans cette localité L'aire de pâturage correspond à la forêt classée de Gandoudji (Alexandre *et al*., 2013).

Dans les villages situés au nord du Fakara tels que Dyna et Kirib Kaina, on a mis en évidence des spécificités lexicales du terme *jachères.* Ces jachères jouent aussi un rôle important pour le pâturage. Cependant, dans la perception de ceux qui emploient le terme *jachères*, ressort une certaine mainmise des agriculteurs sur ces espaces qu'on ne retrouve pas dans le terme pâturage qui appartiendrait à toute la communauté.

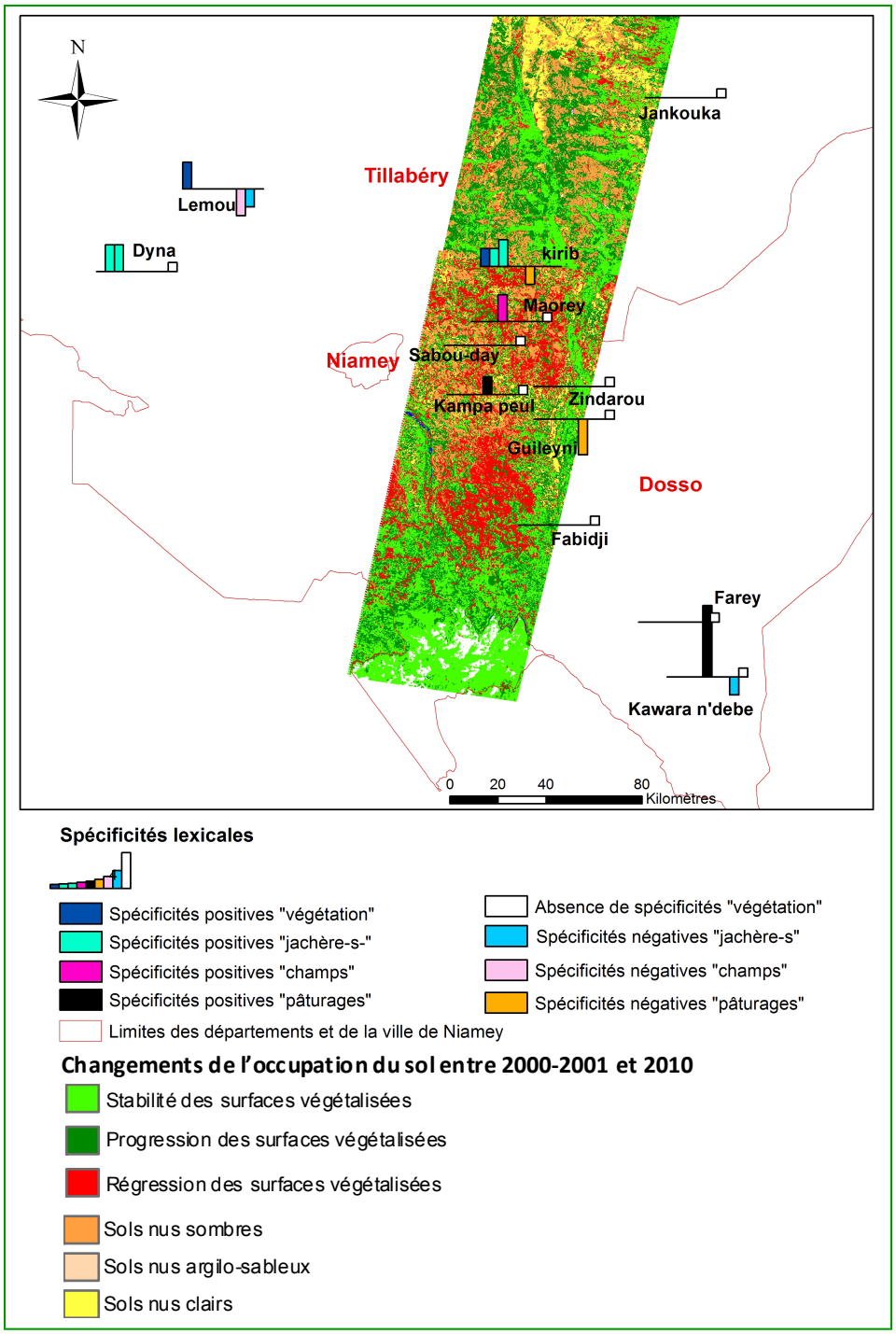


Figure n°9. 8: Spécificités lexicales relatives aux termes: végétation, jachère-s-, champs, pâturages par localités

Concernant le terme *champs*, il est caractérisé par une spécificité positive à Maourey Tonkobinkani. Dans cette localité, la forte pression démographique a entraîné l'extension des champs avec pour corollaire une pression accrue sur les ressources végétales. Ce constat est mis en évidence dans le **tableau n°9.4**. Quant au terme *végétation*, on retrouve deux spécificités positives à Lemou et Kirib Kaina.

Dans ces localités septentrionales, la végétation reste caractérisée par sa faible densité que l'on explique par l'effet cumulé du stress climatique et de la pression anthropique sur le couvert végétal notamment à travers l'extension des espaces cultivés **(Figure n°9.9).** Nous reviendrons sur cette pression anthropique et ses conséquences sur les activités d'élevage dans la section **9.2.4**

Tableau n°9. 4: Quelques contextes d'utilisation de la forme "champs" à Maourey

Partie : Maourey-Tonkobobinkani, Nombre de contextes : 10
Maintenant, tu la trouves uniquement dans les **champs**. Ce sont les animaux qui empêchent leur développement Ce sont les **champs** d'aujourd'hui qui sont plus nombreux que ceux d'avant. En fait, les **champs** d'aujourd'hui sont plus nombreux que ceux d'avant, mais ceux d'avant étaient plus productifs. Les **champs** de certaines personnes peuvent rester au repos pendant 5 ans, d'autres 6 ans. Ce qui a causé l'augmentation, c'est que, avant, deux ou trois personnes étaient dans les **champs** de leur père, et ces personnes ont donné naissance à 4 ou 5 enfants. Maintenant qu'il y a eu la récolte, ils ne pâturent que dans les **champs,** et s'il y a de la brousse à côté de ces **champs**, elle va être défrichée et cultivée. Il y a certaines personnes qui ont des **champs** très éloignés du village. Non, il n'y a pas de brousse, en dehors des personnes qui laissent leurs **champs** en jachères. Comme cette année et pendant un an ou deux ans, les animaux pâturent dedans. C'est dans le Fakara vers Dantiandou et Falanga que des gens leurs ont prêté des **champs** pour faucher le fourrage.

Figure n°9. 9: Village de Kirib Kaina : terroir agricole ; champs de mil et greniers. *(Les champs grignotent sur Le couvert végétal qui est peu dense),* (Source : Alexandre *et al.*, 2013)

9.2.2 Ressources fourragères et impacts des activités anthropiques

La perception de la vulnérabilité des ressources fourragères est un aspect qui a été mis en évidence lors des enquêtes. L'étude des spécificités lexicales des entretiens a permis de mettre en évidence les traits caractéristiques de cette perception. Les résultats montrent une perception dominée par la vulnérabilité d'origine anthropique. En effet, les spécificités positives des formes « *couper, faucher et dégradation* » **(Figure n°9.10)** sont au centre des éléments de perception exprimées par les populations enquêtées dans le Fakara.

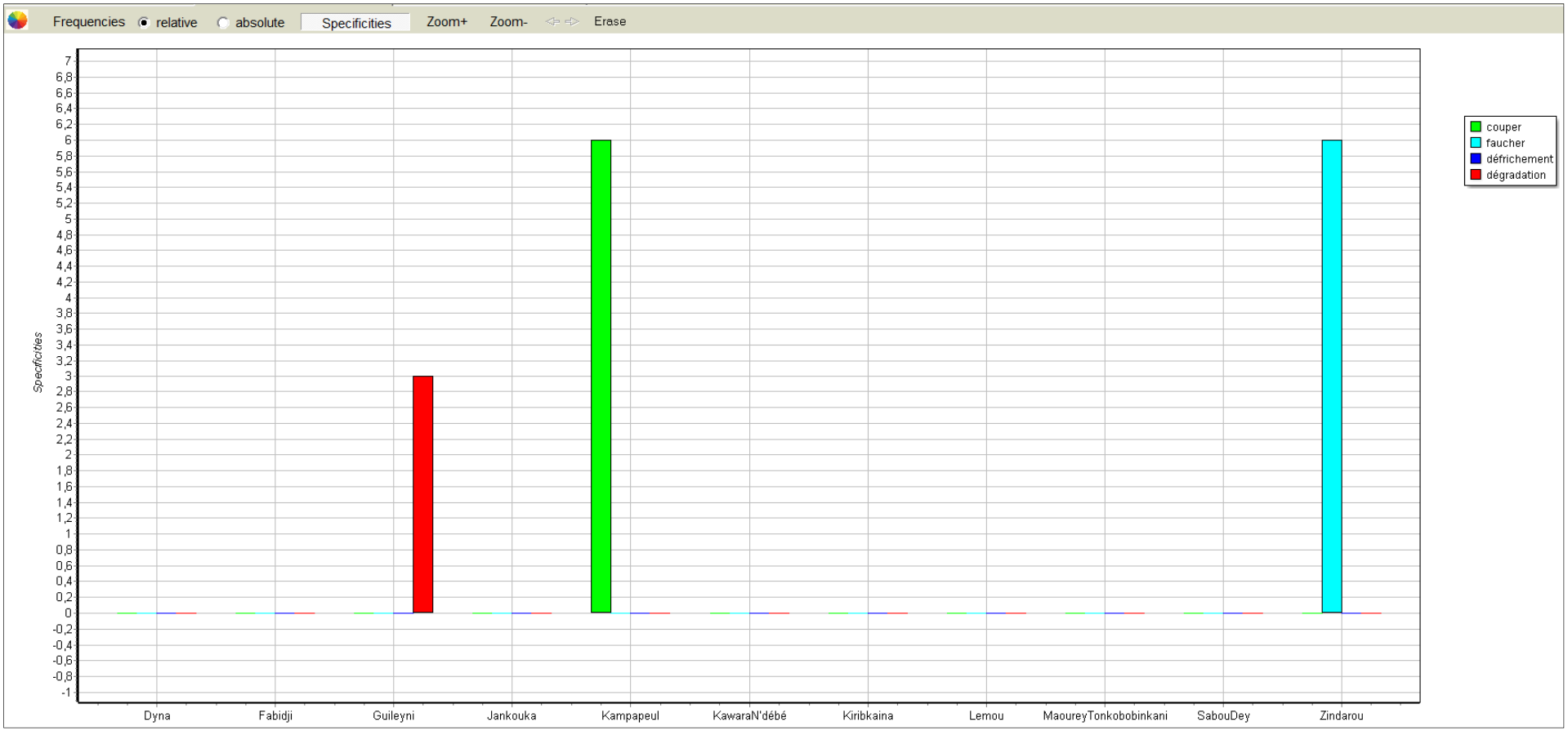


Figure n°9. 10: Spécificités et perceptions de la vulnérabilité des ressources fourragères par localités

Une étude des contextes de ces formes par localité révèle que la forme *« couper »* est associée aux arbres **(Tableau n°9.5).** Il s'agit notamment des *coupes d'arbres* que les éleveurs sont conduits à faire pendant la période de soudure afin d'apporter du fourrage au bétail. Etant officiellement interdites par les services forestiers, ces coupes se font clandestinement. C'est dans la localité de Kampa Peul que cette pratique a été le plus souvent évoquée. S'agissant de la forme *« faucher »,* les contextes démontrent qu'il s'agit du fauchage d'herbe dans les bas-fonds où se trouvent les jardins[45] **(Tableau n°9.6)**. Principalement évoquée dans la localité de Zindarou, en raison de sa situation en bordure de dallol, il s'agit d'une stratégie mise en place par les agropasteurs pour apporter de l'herbe au bétail au lieu de conduire le bétail à l'endroit où se trouve cette ressource. Si le fauchage permet d'éviter le piétinement par le bétail de la strate herbacée, il peut être source de vulnérabilité de la ressource en raison de la demande de plus en plus importante. On remarque à cette occasion qu'un véritable circuit économique s'organise autour du fauchage d'herbe : Ainsi, certaines personnes recrutent du personnel pour effectuer ce travail de fauchage d'herbe moyennant un salaire journalier alors que d'autres fauchent eux-mêmes l'herbe pour ensuite aller vendre l'herbe fauchée, produit de leur travail, aux agropasteurs.

Tableau n°9. 5: Contextes de la forme "Couper" à Kampa-peul

Partie : Kampapeul, Nombre de contextes : 4

Ces arbres, on ne peut pas les **couper**, les gardes - forestiers vont t'arrêter.
Maintenant tout éleveur qu'on trouve en train de **couper** des arbres est arrêté.
Mais, tu vois, je sais que le peul ne laissera jamais mourir sa vache en voyant du fourrage
Je veux le **couper** et en donner aux animaux.
Je vous jure que si j'ai des animaux à ce moment, je vais **couper** les branches.

Tableau n°9. 6: Contextes de la forme "Faucher" à Zindarou

Partie : Zindarou, Nombre de contextes : 5

On a du son de mil on leur en donne aussi, mais c'est surtout le foin de niébé,
On part aussi dans le Fakara pour **faucher** des herbes.
C'est dans les jardins qu'on part **faucher** les herbes pour leur donner.
Il y a même des gens qui embauchent des personnes à 1500 francs - CFA la journée pour aller **faucher** l'herbe.
Quand on les amène pâturer dedans ils piétinent l'herbe,
C'est la raison pour laquelle on attache les animaux, et on part **faucher** l'herbe pour leur en donner.
Mais il n'empêche que les animaux vont d'eux - mêmes par là – bas.
Tu peux **faucher** autant que tu le veux sans en demander la permission à qui que ce soit.

[45] Il s'agit principalement des jardins maraîchers. Les femmes sont très impliquées dans cette activité de maraîchage. Elles cultivent dans ces jardins entre autres : patates, manioc, pommes de terre, gombo, salades, carottes etc.

Les contextes de la forme *« dégradation »,* évoquent une dégradation des ressources végétales et des sols.

« Oui, ils sont impropres aux cultures, donc c'est ce qui fait que les animaux sont obligés de revenir dans les champs. Mais avant, la brousse qui existait était à l'endroit où il y a les espaces encroûtés qui étaient pleins de fourrage »

Extrait d'un entretien avec le chef de village de Saboudey, le 26 novembre 2009.

Les populations enquêtées mettent en exergue une dégradation des sols par encroûtement. En effet l'encroûtement rend les sols impropres aux cultures ou fait baisser considérablement sa productivité. Les nouveaux défrichements pour la mise en culture peuvent être considérés alors comme une menace de l'extension de la dégradation des sols par encroûtement. Cette dégradation se manifeste également dans les champs par l'apparition de certaines espèces adventices. Ainsi, cette perception de la vulnérabilité a été mise en avant notamment dans la localité de Guileyni **(Tableau n°9.7).**

Tableau n°9. 7: Contextes de la forme "dégradation" à Guileyni

Partie : Guileyni, Nombre de contextes : 3
Toutes les surfaces ont vieilli, et cette vieillesse entraine la **dégradation**. Actuellement, nous avons été sensibilisés sur le défrichement. Nous ne pouvons rien faire contre. Vous avez dit que c'est l'augmentation de la population qui a entrainé La diminution de la fertilité des sols et la **dégradation** de la végétation. Ces deux - là, si elles poussent dans un champ, ça veut dire que ce champ est en cours de **dégradation**, Mais pour les animaux, elles sont très importantes.

9.2.3 Perceptions des ressources en eau

Parmi les principaux facteurs qui influencent les activités agropastorales au Sahel, l'eau est le principal paramètre. Elle peut être vécue comme une contrainte en cas de stress hydrique pour les cultures et la végétation naturelle, comme elle peut favoriser les disponibilités en ressources fourragères lorsque les précipitations sont abondantes. L'eau influence également les stratégies de transhumance de par sa disponibilité et sa répartition spatio-temporelle. Compte tenu de l'importance de cette ressource dans les conditions de vie des populations locales, nous avons effectué des analyses permettant de mieux cerner les perceptions qu'en ont les principaux acteurs. A travers l'étude des spécificités lexicales par localité **(Figure n°9.11),** les résultats montrent une forte dépendance des agropasteurs du Fakara vis-vis des apports pluviométriques et des aménagements de puits pour surmonter les difficultés d'accès à cette ressource.

On observe d'importants contrastes entre les différentes localités. Par exemple, on a relevé deux spécificités positives pour les formes *« puits », « pluie »* à Kiribkaina. Dans cette localité, l'accès à l'eau est perçu comme très problématique dans la mesure où il dépend des apports pluviométriques, facteur qui joue sur le niveau de la nappe phréatique et donc sur la profondeur des puits aménagés par les villageois.

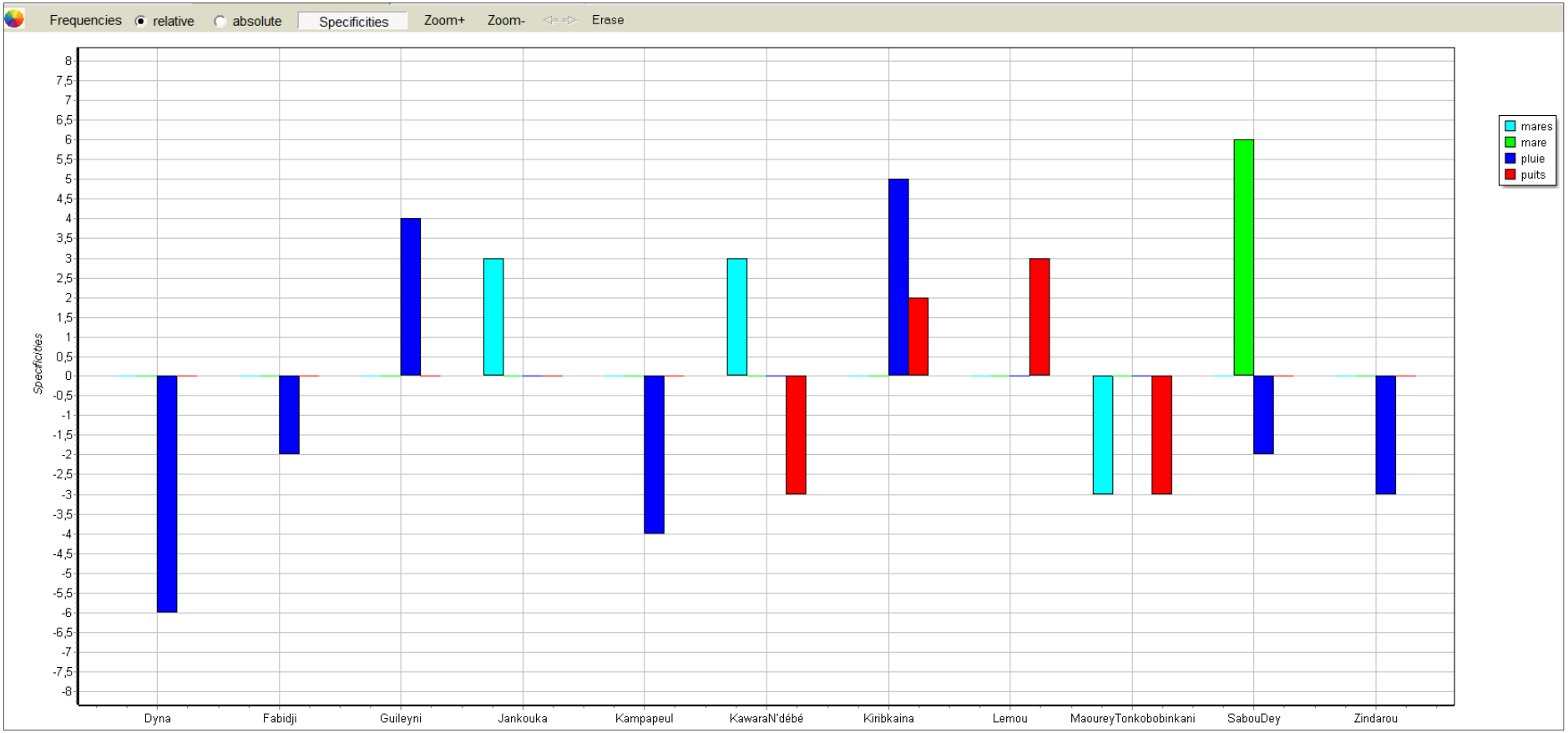


Figure n°9. 11: Spécificités et perceptions des ressources en eau par localités (Fakara)

L'étude des contextes de la forme *« pluie »* **(Tableau n°9.8)**, montrent une perception du caractère très aléatoire surtout dans la répartition spatio-temporelle des précipitations. Tantôt les populations locales parlent de pluies tardives, tantôt elles évoquent les pluies précoces mais discontinues tout au long de l'hivernage. En raison de cette incertitude quant au démarrage de la mousson et à la régularité des précipitations durant l'hivernage, l'amélioration récente des quantités moyennes annuelles des pluies dont fait état la littérature scientifique (Ali et Lebel, 2009 ; Nicholson, 2005 ; 2013 ; Pantou *et al.*, 2014 ; Descroix *et al.*, 2015, Sanogo *et al.*, 2015) n'est pas vraiment perçue par les agropasteurs du Fakara. La dégradation des sols, ses impacts négatifs sur les rendements des cultures et la faible production de biomasse qui en résulte peuvent être des facteurs explicatifs de la non-perception du « retour des pluies » dans la mesure où les effets positifs que l'on en attendrait sur les sols, la végétation et qui pourraient profiter aux principales activités agropastorales ne sont pas ressentis par les populations directement concernées (Ouedraogo *et al.*, 2010 ; Descroix *et al.*, 2012).

Tableau n°9. 8: Quelques contextes de la forme "pluie" à Kirib Kaina et Maourey

Partie : Kirib Kaina, Nombre de contextes : 8

Avant, c'était dès le 7e mois que la **pluie** arrivait … où que se trouvait la personne, elle venait préparer son champ.

Ici nous, nous voudrions que lorsque la **pluie** arrive, elle tombe pour de vrai jusqu'à ce que les semailles poussent véritablement.
Après, quelle que soit l'intensité de la **pluie** qui tombe, elle sera suffisante, du moment que les sols sont humides, c'est déjà bien.

C'est dû à l'absence de **pluie**. Cette année, la saison n'a pas été bonne.

La dernière **pluie** est survenue après la récolte, au moment où ça ne servait plus à rien,
si ce n'est que les animaux ont pu s'abreuver avec cette **pluie** dans les mares.

La **pluie** n'arrive plus comme avant. Les champs ont changé, ça ne se passe pas comme on le veut.

Regarde, la **pluie** n'est plus suffisante, la production d'herbe dépend des saisons.

Partie : Maourey-Tonkobinkani, Nombre de contextes : 4

Nous pensons qu'au début de la saison, il n'y a pas eu assez de **pluie**. Après, il y a eu pas mal de pluie.
Mais, tu sais, s'il n'y a pas assez de **pluie** au début, c'est difficile d'avoir du fourrage après.

Ici, pour nous, lorsque tu vois que la saison est bonne c'est qu'il y a eu beaucoup de **pluie** en début de saison et de manière bien répartie.

C'est que, l'année passée, c'est dès le début qu'il y a eu de la **pluie** et les gens ont presque tous semé au même moment.

Ainsi, l'essentiel des ressources en eau dans la localité de Kirib Kaina provient d'un puits d'une profondeur de 60 mètres (San Emeterio *et al.*, 2013). La situation de Kirib Kaina semble être comparable à celle de Lemou où la perception de la vulnérabilité des ressources en eau est mise en avant à travers la question des puits. Concernant le village de Guileyni, on remarque une spécificité positive du terme *pluies*. San Emeterio *et al*. (2013) souligne que cette localité se situe dans une vallée endoréique, de ce fait, les puits ne sont pas profonds (5 m au maximum).

Dans les autres localités, les perceptions sont dominées par la présence des mares. Les spécificités positives dans les localités de Jankouka, Kawara ou encore Saboudey mettent en évidence cette perception. L'existence et la localisation des mares est très importante pour l'approvisionnement du bétail en eau. D'après plusieurs observations (Gardelle *et al*., 2010 ; San Emeterio *et al*., 2015 ; Kergoat *et al*., 2015) les surfaces des mares dans cette région sahélienne seraient en augmentation. Cette augmentation serait liée au « paradoxe sahélien » qui se traduit par un accroissement du ruissellement en surface sur des sols superficiels dépourvus de végétation (Descroix *et al*., 2009, Sighomnou *et al*., 2013). Cependant, la majeure partie étant des mares temporaires, les agropasteurs doivent se déplacer entre ces les mares et les puits, dans un équilibre précaire. L'analyse des contextes de la forme *mares* à Jankouka et Kawara montre même une certaine préférence pour les puits à par rapport aux mares **(Tableau n°9.9).**

Tableau n°9. 9: Quelques contextes de la forme "mare-s"

Partie : Jankouka, Nombre de contextes : 2
On a construit un puits pour nous, nous avons arrêté d'utiliser l'eau des **mares**.
Avant, nous utilisions l'eau des **mares**, mais, depuis qu'on a construit un puits pour nous, nous avons arrêté d'utiliser l'eau des mares
Partie : Kawara n'débé, Nombre de contextes : 2
L'année où il y a eu la très forte sécheresse, en 1984, cette année - là, toutes les **mares** étaient asséchées, en dehors de cette année - là on n'a pas eu cela.
Mais nous, ici, juste après la fin de la saison des pluies, les **mares** où les animaux s'abreuvent s'assèchent, il faut qu'ils partent dans le dallol pour s'abreuver.

9.2.4 Perceptions des activités d'élevage dans le Fakara

Dans le Sud-Ouest du Niger, les systèmes de production des populations locales sont largement dominés par l'agriculture. Cette activité occupe même la majeure partie de l'espace rural. Avec la pression démographique croissante (RGPH, 2012), les défrichements contribuent à une modification profonde de l'occupation du sol. L'extension de surfaces cultivées se fait au détriment des aires de pâturage. Une telle reconfiguration des activités agricoles relègue au second plan les activités d'élevage dans les villages enquêtés. Malgré cette place devenue parfois secondaire par rapport à l'agriculture, l'élevage demeure une activité génératrice de revenus pour les populations enquêtées. La relative bonne rentabilité économique de l'élevage amène les populations locales à la pratiquer comme complément aux activités agricoles.

A travers la lexicométrie, nous avons tenté de comprendre comment les populations enquêtées intègrent l'élevage dans leur système de production, en tenant compte des changements socio-environnementaux à l'œuvre. A la lumière des spécificités lexicales mises à jour en fonction des lieux d'enquêtes **(Figure n°9.12)**, on peut dire que dans la totalité des villages enquêtés, l'élevage de petit bétail *(moutons, chèvres)* reste largement dominant[46]. Cependant, à travers l'emploi fréquent des termes *« animaux- animal »*, on peut penser qu'il s'agit dans le Fakara d'un système d'élevage beaucoup plus mixte que dans d'autres régions telles que le Ferlo où l'élevage bovin tient une place centrale.

[46] A noter que 65,82% du cheptel national au Niger est composé d'ovins et de caprins (SIPSA, 2012)

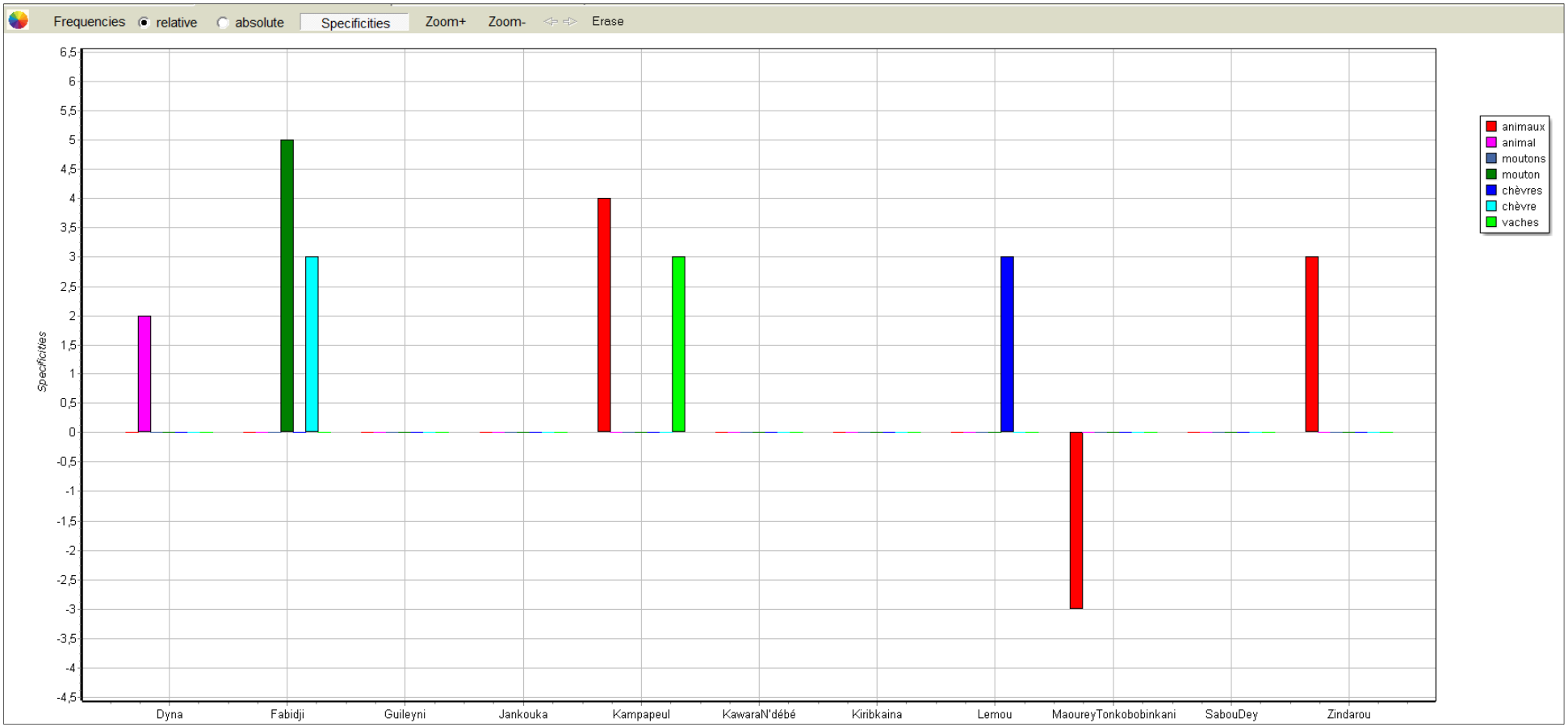


Figure n°9. 12: Spécificités des discours du Fakara par localités, en référence à la composition du cheptel

L'étude des cartes des sections **(Figure n°9.13 et 9.14),** montre que les spécificités lexicales autour des termes *« animaux-animal »* renvoient à des difficultés d'accès aux pâturages ainsi qu'aux points d'eau. En effet, l'espace est de plus en plus occupé par les champs dans le Fakara au détriment des pâturages de plus en plus fragmentés. De ce fait, la conduite des animaux devient difficile avec des risques importants de divagation dans les champs, qui sont une source potentielle de conflits entre agriculteurs et éleveurs.

L'analyse des spécificités positives de la forme *« mouton »* à l'aide de la carte des sections **(Figure n°9.15),** révèle une perception particulière qui peut être en rapport avec la rentabilité du mouton de la Tabaski[47]. Cette monétarisation de l'élevage attire de plus en plus de monde autour de cette activité qui peut être considérée comme un moyen qui permet de réduire la vulnérabilité socio-économique des populations pauvres (Bidou et Droy, 2013). Malgré les contraintes climatiques et les changements socio-environnementaux, l'investissement dans le bétail comme moyen de capitalisation est une pratique qui se développe chez les agropasteurs du Fakara et qui contribue à l'essor d'un système intégré agriculture-élevage lequel requiert de mettre au point des stratégies d'adaptation notamment dans les pratiques de mobilité chez les éleveurs.

[47] La Tabaski : Autrement appelée Aïd El-kebir ou fête du mouton, est une fête religieuse musulmane, célébrée chaque année par le sacrifice d'un mouton, de préférence un bélier en guise de commémoration du geste d'Abraham qui a substitué à son fils ainé le sacrifice d'un bélier.

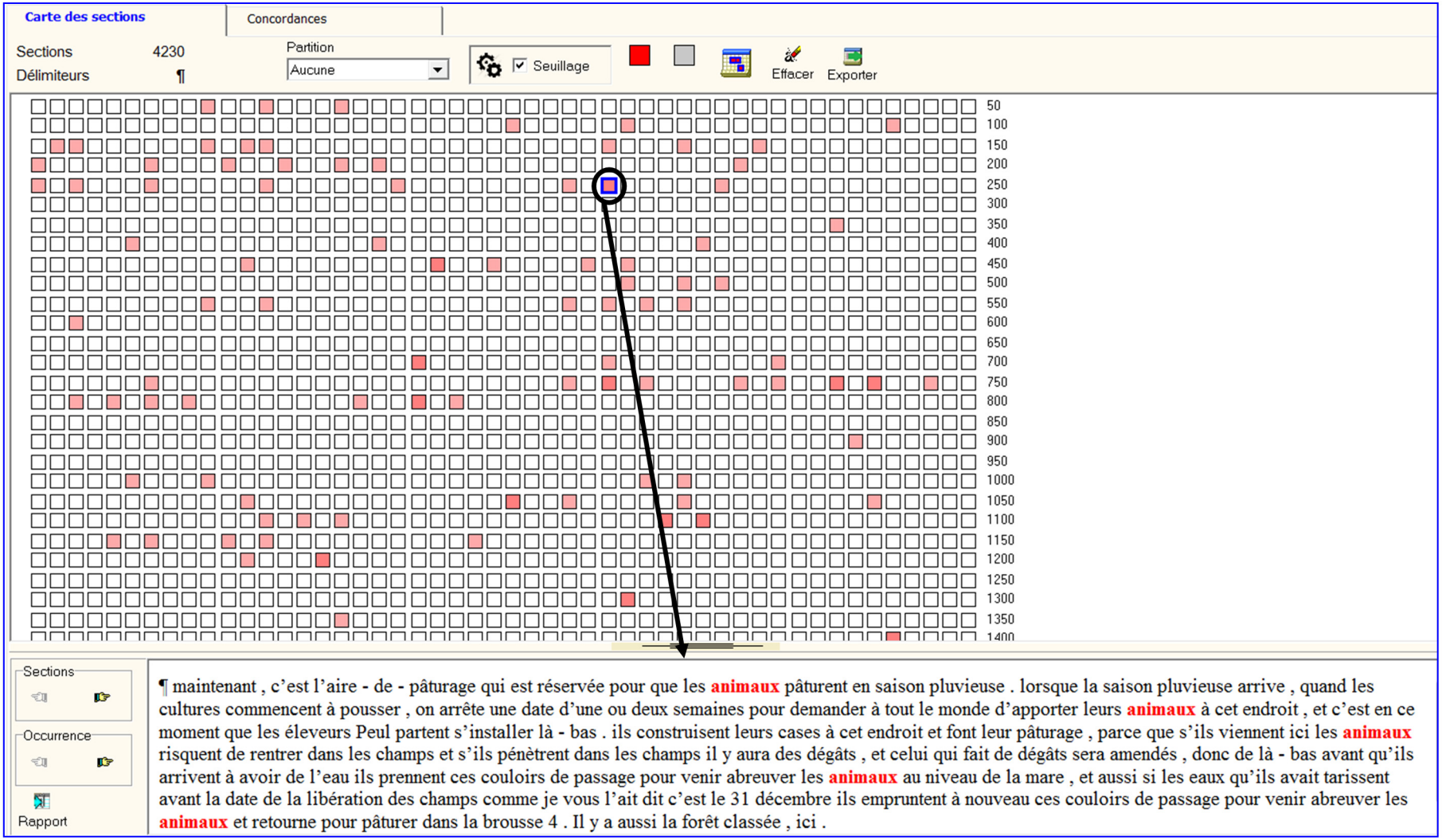


Figure n°9. 13: Répartition de la forme «animaux» dans la carte des sections A

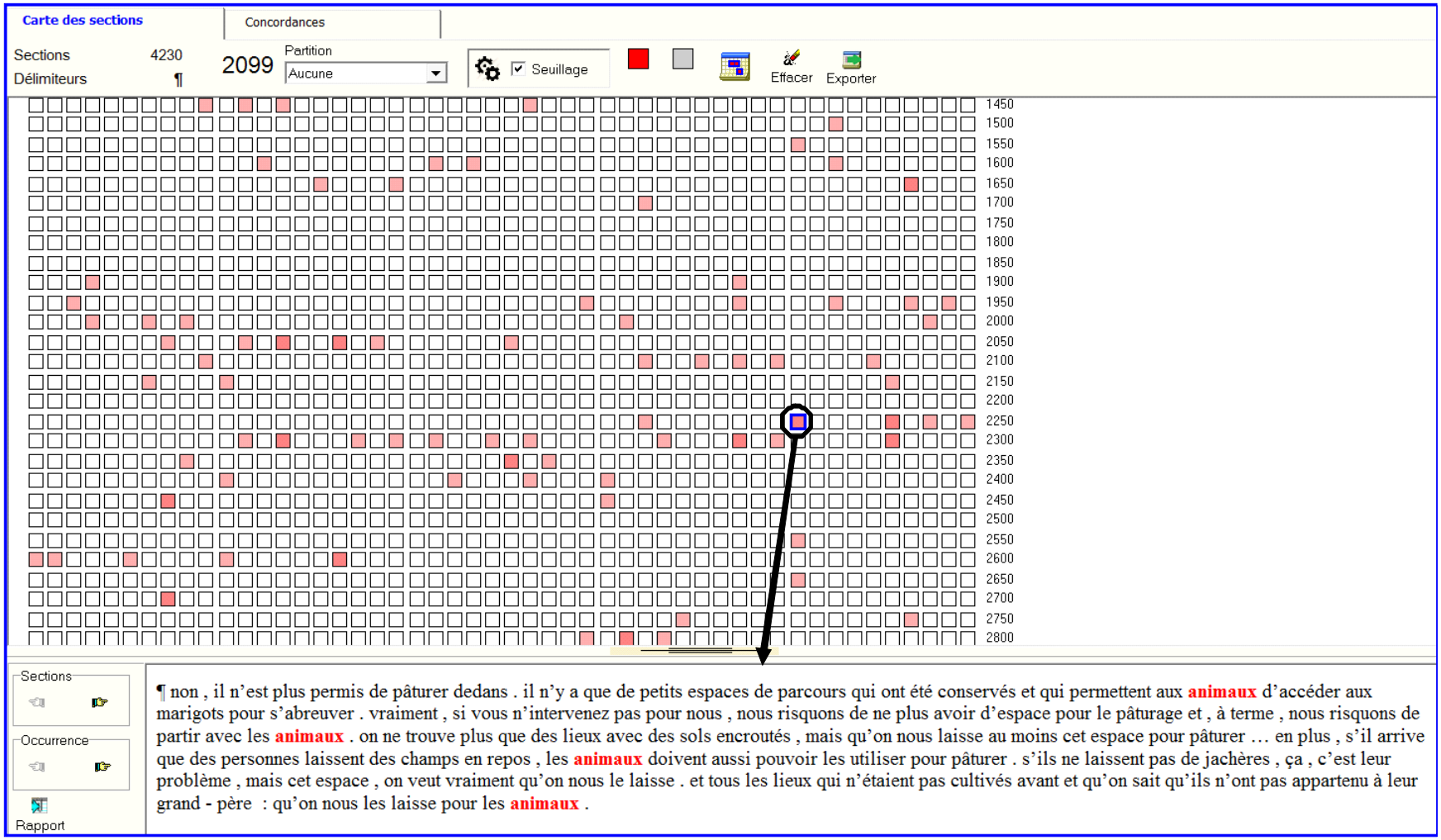
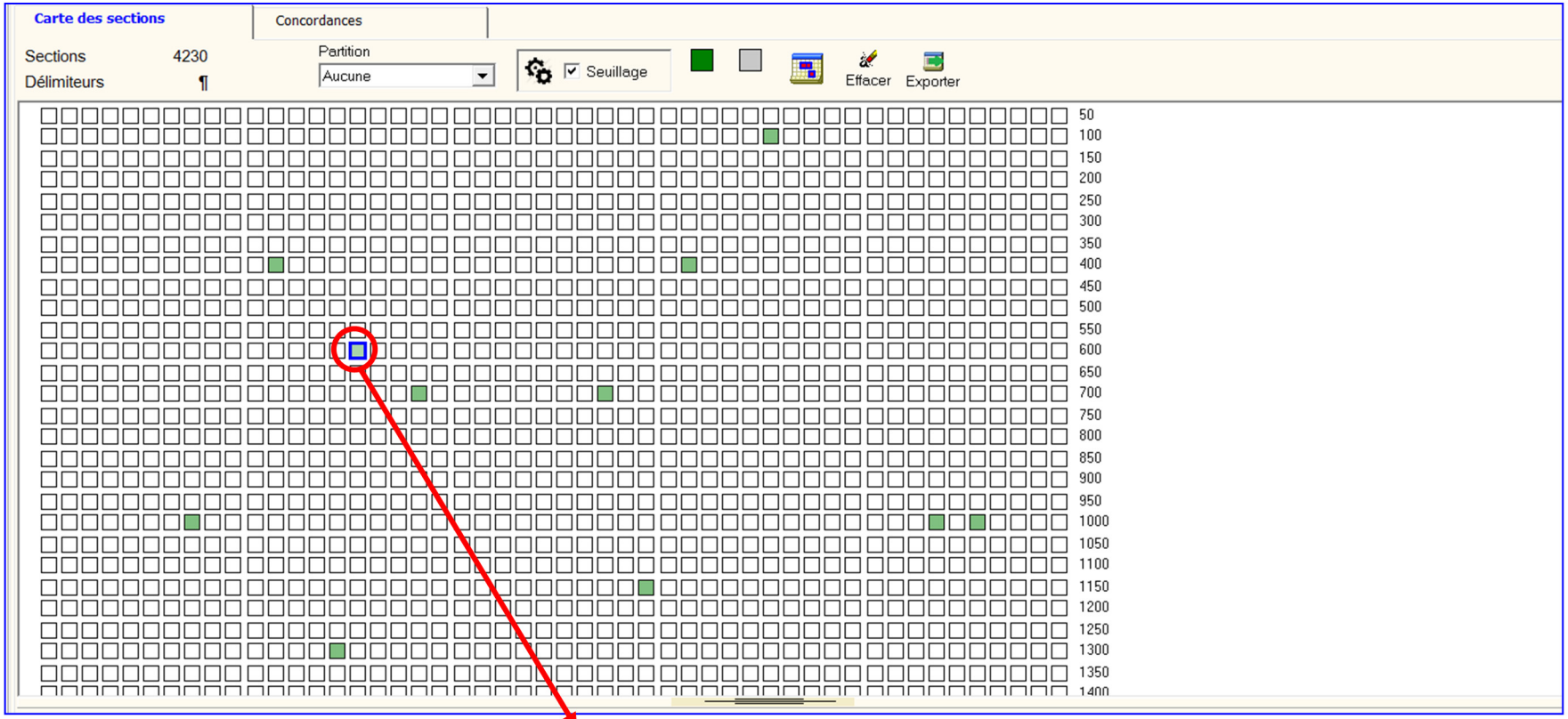


Figure n°9. 14: Répartition de la forme «animaux» dans la carte des sections B



Mais maintenant, de toutes les façons, tout le monde peut avoir une chèvre ou un **mouton** même si la personne est pauvre. Quand tu es pauvre, tu peux seulement avoir une chèvre ou un **mouton** et de la volaille, comme ça tu peux les vendre pour avoir de l'argent. Maintenant aujourd'hui on peut vendre des **moutons** jusqu'à 140 000 francs-CFA pour la fête de Tabaski ou 80 000 francs-CFA, ça c'est de l'argent. Mais ce n'est pas tout le monde qui peut en avoir, parce que si tu n'es pas capable de garder le mouton jusqu'à arriver à temps comme ça.

Figure n°9. 15: Répartition de la forme «mouton» dans la carte des sections

9.3 Evolution des stratégies d'adaptation des éleveurs du Fakara

Après l'étude des perceptions, cette section est consacrée à l'analyse des pratiques adaptatives développées par les agropasteurs interrogés. Les analyses géotextuelles nous ont permis de mettre en évidence une certaine évolution de la transhumance dans cette micro-région. Tout d'abord, classiquement la transhumance dans le Fakara se faisait en direction du nord pendant l'hivernage lorsque les champs sont cultivés. A cette période de l'année, la disponibilité en fourrage est relativement bonne dans l'ensemble des aires de pâturage à cause de l'arrivée des pluies de mousson **(cf chapitre 7, Figure n°7.5)**. Cela permettait d'éviter les divagations d'animaux dans les champs lesquelles peuvent être des sources de conflits entre agriculteurs et éleveurs. Après les récoltes en début de saison sèche, les éleveurs et leurs bétails rebroussaient chemin en direction du sud afin de profiter des résidus post-culturaux et du fourrage encore disponibles dans le sud, plus humide par rapport au nord du pays. Les courants de transhumance ont eu tendance à s'inverser avec les grandes sécheresses de la période 1965-1995, où les troupeaux été menés en saison sèche vers les pâturages soudaniens et guinéens (Boutrais, 2008).

Dans un contexte où les aires de pâturages sont de plus en plus fragmentées par les champs et où l'on observe une diminution du couvert végétal, principale ressource fourragère pour le bétail, la transhumance subit des contraintes de plus en plus fortes jusqu'à entraver son bon fonctionnement. Une analyse minutieuse des contenus des discours des personnes interrogées nous révèle des changements importants dans la transhumance telle qu'elle se pratiquait classiquement en direction du nord **(voir extraits ci-dessous).**

« il y a des périodes où ils partent. C'est pendant la saison-des-pluies, si ce n'est que maintenant avec l'insécurité dans le nord … ils partent en saison-des-pluies mais on en garde quelques-uns pour pouvoir traire le lait pour en boire »

Extrait d'un entretien avec le chef du village de kampa peul, le 24 novembre 2009.

« Pendant la saison-des-pluies, les propriétaires en gardent quelques-uns avec eux pour les traire, et ceux qu'on ne trait pas, ils partent dans le Zarmaganda pour pâturer, vers le Fokou, si ce n'est qu'aujourd'hui qu'ils ont peur.[48] *»*

Extrait d'un entretien avec le chef du village de Guileyni, le 27 novembre 2009

Dès la période (novembre 2009) où ont été faites les enquêtes, avec les problèmes d'insécurité liés à la déstabilisation sociopolitique dans le nord du Mali, les circuits classiques de transhumance qui permettaient de traverser la frontière malienne ont connu des modifications. Victimes d'enlèvements et de vol de bétail, les éleveurs de la région du Tillabery (Niger) qui partaient dans la région de Gao (Mali) en transhumance ne se sentent plus en sécurité. Cette peur liée à l'insécurité amène les éleveurs à se déployer d'avantage vers le sud de la région du Fakara.

[48] Le Zarmaganda correspond au département de Ouallam, immédiatement au nord du Fakara jusqu'à la frontière malienne.

Les résultats de nos analyses textuelles font état d'une transhumance transfrontalière allant désormais au-delà des frontières du Niger. Ainsi, Les éleveurs n'hésitent pas à conduire leurs troupeaux vers le Bénin pendant la saison sèche. L'analyse des fréquences relatives de l'expression « *couloirs-de passage* » met en évidence le principal couloir emprunté par les éleveurs qui partent en direction du Bénin **(Figure n°9.16).** Il s'agit de la localité de Kawara n'débé, situé dans le sud du Fakara. Les contextes discursifs **(Tableau n°9.10),** démontrent que ces couloirs sont empruntés par les éleveurs afin de tirer profit des ressources en eau et des ressources fourragères. Dans cette transhumance en direction du Bénin, les éleveurs traversent le Parc W, de plus en plus fréquenté par ces derniers depuis la sécheresse de 1983-1984 (Luxereau et Boutrais, 2005 ; Amadou et Boutrais, 2012).

Tableau n°9. 10: Contextes de la forme "couloirs-de-passage" par localités

Partie : Dyna, Nombre de contextes : 2

Il n'y a pas de brousse réservée uniquement au pâturage. Mais il y a des **couloirs** - de – pâturage.
Il y a des **couloirs** - de - pâturage qui permettent aux animaux d'aller s'abreuver aux marigots.

Partie : Fabidji, Nombre de contextes : 1

Uniquement dans la région de Kirtachi ou bien ils partent jusqu'au Bénin. S'ils quittent ici, ils passent par les **couloirs** jusqu'à atteindre le fleuve et, au niveau du fleuve, ils longent les bords du fleuve jusqu'à rentrer.

Partie : Jankouka, Nombre de contextes : 2

Oui, le soir ils rentrent. Mais, ces **couloirs** de passage, ce n'est pas le gouvernement qui les a faits
Oui, c'est comme ça même en saison - des - pluies. On leur laisse des **couloirs** - de – passage entre les champs pour leur permettre d'aller pâturer dans les espaces laissés pour eux.

Partie : KawaraN'débé, Nombre de contextes : 8

Mais ces **couloirs** - de - passage, ils ont été faits à cause de l'aire - de - pâturage afin de permettre aux animaux d'aller.
Oui, ça c'est vrai on sait qu'il y a les **couloirs** - de – passage.
Depuis l'année où on a délimité les **couloirs** - de - passage et qu'on a mis les balises, ça a été fini, on a oublié la réserve.
En dehors de ces **couloirs** - de - passage, il y a d'autres **couloirs** que les éleveurs qui sont en brousse empruntent en descendant.
Donc de là - bas avant qu'ils arrivent à avoir de l'eau ils prennent ces **couloirs** de passage pour venir abreuver les animaux au niveau de la mare.
La libération des champs comme je vous l'ai dit c'est le 31 décembre, ils empruntent à nouveau ces **couloirs** de passage pour venir abreuver les animaux et retourne pour pâturer dans la brousse.
Oui, il y a des **couloirs** - de - passage qui vont du Bénin jusqu'au Nigéria. Ils sont là et sont tous balisés.

Partie : Lemou, Nombre de contextes : 1

Si, il y a des jardins, seulement il y a des **couloirs** - de - passage que les animaux empruntent pour accéder aux mares.

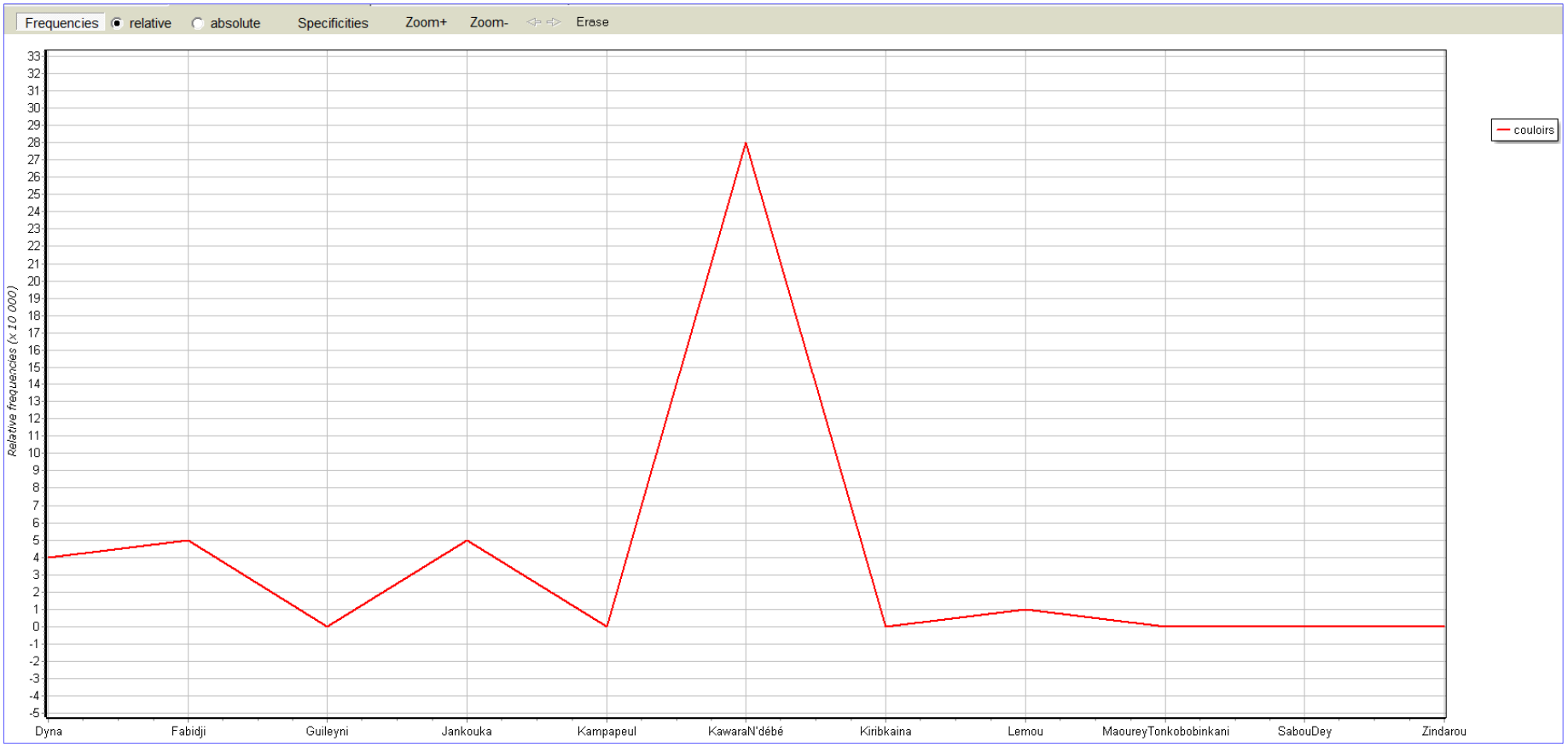


Figure n°9. 16: Fréquences relatives de la forme "couloirs-de-passage" par localités

Outre la transhumance, d'autres stratégies d'adaptation sont à noter d'après les personnes enquêtées. Il s'agit notamment du fauchage et du stockage des résidus post-récoltes (paille de mil, fanes de niébé notamment).

« Des fois, quand le fourrage de la brousse est fini, c'est à pareil moment que les gens stockent les paille de mil et les fanes de niébé et, au moment de la soudure, lorsqu'on voit qu'ils vont souffrir, on les leur donne à manger »

Extrait d'un entretien avec le chef de village de Jankouka, le 21 novembre 2009.

Cette pratique du fauchage et du stockage vise à constituer une réserve importante de fourrage, utilisable pendant la période de soudure. Il y a dans cette technique, une projection et une anticipation de la rareté du fourrage pendant la saison sèche.

Les migrations temporaires sont une troisième adaptation très pratiquée par une partie des agropasteurs du Fakara pendant la saison sèche. Il s'agit notamment des jeunes qui migrent temporairement pour travailler dans les grandes villes, ici Niamey afin d'apporter des compléments de revenus à la famille. L'ensemble de ces mécanismes adaptatifs permet aux populations d'agropasteurs d'être résilientes vis-vis des changements socio-environnementaux et des contraintes climatiques.

Nous pouvons tirer les enseignements suivants de cette première application de la méthode d'analyse d'enquêtes :

Premièrement, nous mettons en évidence la possibilité et surtout l'intérêt d'appliquer cette méthode d'analyse indépendamment des procédés d'enquêtes ainsi que des objectifs initiaux à la base des entretiens. Sur des corpus établis par d'autres chercheurs, avec des approches et des objectifs relativement différents des nôtres, nous avons démontré la possibilité d'effectuer des analyses géotextuelles combinées avec des analyses de contenu qui fournissent des résultats originaux.

Ainsi, les résultats issus de ces analyses ont permis d'approcher les perceptions et les stratégies adaptatives développées par les agropasteurs du Fakara nigérien. Parmi les perceptions exprimées, on retiendra le regard que portent les agropasteurs sur la situation d'insécurité dans le nord du Mali, alors même que les enquêtes ont eu lieu en novembre 2009. Cette perception de l'insécurité se traduit par une peur qui a des impacts sur les axes de transhumance qui se mettaient auparavant en place en direction du Mali. Désormais, cette transhumance transfrontalière Niger-Mali se réoriente vers la partie sud du Niger et en direction du Bénin. Ainsi vient s'ajouter d'autres flux de transhumance à l'axe Niger-Bénin qui existe depuis la période des grandes sécheresses entre 1965 et 1995. La grande différence par rapport à ceux qui pratiquaient déjà cet axe vers le sud depuis plusieurs années réside dans les raisons qui sont à l'origine de ces changements. Les premiers parcours en direction du sud étaient motivés par la sécheresse. Ces nouveaux flux qui s'y ajoutent sont enclenchés par des problèmes d'insécurité et d'instabilités politiques survenus au Sahel à la fin des années 2000.

Nous avons vu que la localité de Kawara constitue un important couloir de passage emprunté par les éleveurs dans leurs déplacements. Parmi les stratégies pastorales, le fauchage et le stockage des résidus de cultures, des fanes de niébés sont devenus courants.

A propos des ressources fourragères, les perceptions des agropasteurs mettent en avant une vulnérabilité accrue d'origine anthropique. Elle est perçue notamment à travers l'étendue des défrichements qui ne cessent de croitre au détriment de la ressource végétale utilisée pour l'élevage. Cette réduction de la couverture végétale participerait à l'encroûtement et à la dégradation des sols qui ont un impact sur les rendements des cultures. Pour pallier ce phénomène, les techniques de défrichement amélioré sont préconisées. Cependant, les résultats que nous avons obtenus mettent en exergue une perception de ces techniques qui, selon certains agropasteurs, qu'elles sont loin de constituer un progrès dans le sens où le fait de laisser des plans d'arbres dans un champ attirerait les oiseaux granivores qui diminuent les récoltes. Si l'on prend en compte cette perception, on comprendra pourquoi certains préfèrent défricher sans mettre réellement en application les préconisations telles que les défrichements améliorés. Ainsi, cette perception des arbres dans les champs doit être prise en compte dans les opérations de reboisement qui promeuvent l'agroforesterie car elle n'est pas sans conséquence sur la réussite des projets menés dans ce cadre.

Par ailleurs, compte tenu du profil uniforme des acteurs enquêtés dans le Fakara (chefs de villages essentiellement), nous proposons d'utiliser la méthode d'analyse des entretiens à d'autres corpus où les points de vue des acteurs interrogés pourront être confrontés en tenant compte de la variété de leurs activités, de leurs statuts ou encore leurs âges. Ce sera l'objet du chapitre suivant **(chapitre n°10)** où nous nous attacherons à analyser les enquêtes que nous avons effectuées dans le Ferlo sénégalais et le Gourma malien.

Chapitre 10

Nous exposerons dans ce chapitre les principaux résultats obtenus à partir des enquêtes effectuées dans les micro-régions du Ferlo et du Gourma. Ces résultats mettent l'accent sur les perceptions ainsi que les représentations des agropasteurs au sujet de l'évolution de leurs ressources et de leurs activités. A la lumière de ces perceptions et représentations, les pratiques mises en place sont analysées. Comme dans le chapitre précédent, l'approche privilégiée ici permet de faire une lecture croisée entre les paroles des pasteurs et des agropasteurs, d'une part, et la réalité des pratiques, d'autre part. Observe-t-on des perceptions différentes dans des contextes géo-climatiques comparables ? Peut-on établir un lien entre les observations des changements environnementaux par la communauté scientifique et les perceptions des acteurs locaux ?

10.1 Analyse des résultats d'enquêtes dans le Ferlo

Ce chapitre s'appuie en partie sur la publication de Marega *et al*., (2013) traitant des « dires d'acteurs » dans le Ferlo. Les résultats nous éclairent sur les regards que portent différents acteurs sur les ressources agropastorales d'une part et sur leurs activités d'autre part. Parmi ces résultats, le discours des agropasteurs montre que l'espace pastoral, de plus en plus convoité, est devenu un lieu où se manifeste la forte concurrence qui règne entre les éleveurs, mais aussi entre les éleveurs et les agriculteurs. Les préoccupations relatives aux feux de forêt aux ressources en eau qui sont fréquemment exprimées lors des entretiens révèlent les difficultés croissantes que subissent les agropasteurs de la région.

10.1.1 Caractéristiques générales du corpus d'entretiens « Ferlo »

Le corpus « Ferlo » regroupe l'ensemble des entretiens effectués sur le terrain auprès des agropasteurs dans un ensemble de villages du Ferlo, du cœur de celui-ci à la vallée du fleuve Sénégal. Au total, on dénombre une trentaine d'entretiens semi-dirigés effectués sur la base d'une grille d'enquête articulée autour de thèmes tels que : activités pastorales, agricoles, usages et évolutions des ressources pastorales, perceptions des changements, pratiques et stratégies d'adaptation. A la différence de la grille d'enquête employée au Niger, cette grille se distingue par l'attention portée sur les activités agropastorales abordées selon les points de vue de divers acteurs.

Les caractéristiques générales du corpus Ferlo sont résumées dans le **tableau n°10.1**. Ces décomptes globaux se subdivisent selon les différentes variables retenues. Par exemple pour la variable *«Acteur»,* le **tableau n°10.2** contient une synthèse des occurrences et des formes par catégorie d'acteur.

Tableau n°10. 1: Caractéristiques générales du corpus Ferlo

Nombre d'occurrences	28812
Nombre de formes	2889
Nombre d'hapax	1473
Fréquence maximale	914

Tableau n°10. 2: Décomptes globaux de la variable « Acteur » du corpus Ferlo

Partie	**Occurrences**	**Formes**	**Hapax**	**Fréq.max**	**Forme**
Agropasteur	5999	1149	640	184	de
Berger	7888	1192	606	239	de
Eleveur	8531	1330	679	273	de
PCR	5306	1137	651	174	de

Les acteurs enquêtés sont principalement les bergers, les éleveurs propriétaires, les agropasteurs et les PCR. Les bergers sont des personnes non propriétaires de bétail recrutées par les éleveurs propriétaires pour la surveillance et la conduite des troupeaux moyennant une rétribution financière. Les agropasteurs sont des acteurs pratiquant à la fois l'agriculture et l'élevage. Dans le cadre de cette étude, ce sont pour la majorité des agriculteurs wolofs sédentaires qui investissent dans le bétail. La catégorie d'acteur dénommée PCR, représente les présidents des communautés rurales que nous avons interviewés.

Le PCR incarne l'autorité administrative en charge de la gestion d'une communauté rurale, échelon administratif regroupant plusieurs villages[49].

Le **tableau n°10.2** montre la prépondérance des entretiens réalisés auprès des éleveurs (bergers et propriétaires de bétails) ainsi que des agropasteurs. Le nombre de formes analysées est de 1330 pour les éleveurs, 1192 pour les bergers soit plus de 2522 formes pour les parties bergers et éleveurs propriétaires.

10.1.2 Perceptions des ressources pastorales par les agropasteurs du Ferlo

Sur la base de l'analyse des entretiens, les perceptions des ressources pastorales montrent certaines particularités à travers lesquelles, nous avons voulu appréhender les visions des acteurs locaux dans un contexte caractérisé par d'importants changements environnementaux et sociétaux. Ces analyses ont été faites dans l'optique de mieux cerner le rôle des perceptions dans les pratiques et stratégies d'adaptation des pasteurs et agropasteurs. Nous pensons que c'est autour des perceptions et représentations que s'articulent les différentes activités agropastorales dans nos micro-régions d'étude.

Le tableau n°10.3 présente les fréquences totales, partielles et spécifiques, relatives à l'usage de certains termes qui renvoient à l'élevage ainsi qu'aux ressources sur lesquelles il s'appuie. Nous avons calculé l'indice des spécificités sur la partition acteurs, les acteurs concernés par ce calcul étant les agropasteurs locaux. Toutes les unités dont la fréquence est supérieure à 10, avec un seuil de probabilité de 5 % ont été retenues. Les ressources pastorales à travers les termes *« eau »*, *« herbe » et « fourrage »* sont parmi les termes les plus fréquemment employés par les éleveurs. Sous l'hypothèse d'une distribution hypergéométrique, la forme *« Herbe »* est présente 106 fois dans l'ensemble du corpus Ferlo avec une fréquence d'apparition de 104 chez les agropasteurs. Avec un degré de significativité de +10, cette forme *« Herbe »* exprime une importante spécificité positive dans le corpus. La forme *« fourrage »* est caractérisée par une fréquence totale de 59 et une fréquence de 58 chez les éleveurs. Son indice de significativité est de +6. Quant à la forme *« eau »,* son degré de significativité est de +2 avec une fréquence globale de 107 et une fréquence partielle de 91. Dans les perceptions exprimées sur l'usage des ressources naturelles pastorales, ces termes *« eau », « herbe », « fourrage »* sont au centre des préoccupations exprimées par nos interlocuteurs agropasteurs.

[49] Avec l'acte 3 de la décentralisation, la loi N° 2013-10 du 28 décembre 2013 portant Code général des Collectivités locales, érige l'ensemble des communautés rurales en communes. Cette communalisation intégrale se traduit par un transfert de la gestion des ressources naturelles, de l'aménagement et de l'environnement aux communes. Ainsi, à la tête des nouvelles communes, les maires remplacent les présidents des communautés rurales (PCR).

Tableau n°10. 3: Fréquences et indice de spécificités sur la partition acteurs (bergers+ éleveurs)

Termes	Fréquences globales	Fréquences par partie	Spécificités
Herbe	106	104	+10
Fourrage	59	58	+6
Champs	96	89	+5
Troupeaux	82	77	+5
Village	88	80	+4
Transhumance	37	34	+3
Eau	107	91	+2
Vous	41	17	-7
Eleveurs	52	27	-7
Maintenant	29	13	-5
Communauté	28	15	-3
Ressources	14	6	-3
Agriculteurs	14	7	-3

Afin de comprendre les perceptions exprimées, nous avons effectué des analyses géotextuelles dans le but de spatialiser les perceptions pour d'une part les comprendre et d'autre part les confronter à la réalité observée par l'intermédiaire de la cartographie des changements par imagerie satellitale. Les résultats de ces analyses (**Figure n°10.1)** montrent qu'au sein du Ferlo, des contrastes existent entre les localités de Ouro-Samba et Dendielli, d'une part, et les autres villages, d'autre part. Dans ces deux localités, on relève la présence de deux spécificités positives relatives aux termes *« fourrage », « herbe »*[50]. Le terme *« herbe »,* ici fait référence à la plante fourragère qui est encore en pleine activité végétative et qui peut être consommée par les animaux. Celui de *« fourrage »* renvoie à la matière végétale qui commence à s'assécher quelques mois après la saison des pluies (Fall, 2014). Sur la base des dires d'acteurs, la différenciation spatiale entre ces deux localités et le reste du Ferlo s'explique en partie par leur localisation dans la partie centrale du Ferlo qui est une zone d'élevage très fréquentée par des agropasteurs venant d'horizon divers. La présence d'importantes ressources fourragères dans ces régions est une composante majeure à prendre en considération pour mieux cerner les perceptions exprimées par les différentes personnes interviewées au sujet des ressources pastorales.

L'analyse des spécificités nous a permis de passer d'une réalité globale, à celle de l'expression locale des problèmes liés aux ressources pastorales et à leur accès dans le temps et dans l'espace. L'examen minutieux des principaux résultats suggère une autre hypothèse qui n'avait pas été prise en compte au démarrage de l'enquête. En effet, on ne peut exclure que la période de l'année durant laquelle s'est déroulé l'entretien ait eu une certaine influence sur les termes employés pour désigner les ressources végétales.

[50] Ces deux termes proviennent des traductions suivantes en wolof : *Niakh* (Herbe)
Mboobe (Fourrage). Il y a également le terme *Nguoogne* qui fait référence au fourrage plus spécifiquement issu des résidus d'arachide.

Tous les entretiens ont été menés en octobre et novembre 2010. Or l'année 2010 ayant été particulièrement pluvieuse, les herbacées annuelles qui constituent l'essentiel de la ressource fourragère étaient encore disponibles et en pleine croissance lors de notre passage. L'herbe, encore présente à la fin de la saison des pluies disparaissant sous cette forme à la fin du mois de novembre, les agropasteurs à dominante élevage y font alors plus volontiers référence sous le terme de fourrage (Marega *et al*., 2013).

On remarque la présence d'une spécificité négative dans la localité Ogo-galaybé située plus à l'est, dans la vallée du fleuve Sénégal, par rapport à la question des ressources pastorales notamment à travers le terme *« herbe ».* Cette spécificité négative peut révéler que, dans cette région, les ressources fourragères et notamment les herbacées ne sont plus au centre des préoccupations locales ce qui rejoint une autre constatation : Les perceptions exprimées dans ces localités de la vallée du fleuve sont essentiellement centrées autour de l'agriculture. Par ailleurs, les termes *Arbres, Forêts*, présentent les mêmes caractéristiques lexicales dans l'ensemble du corpus. Autrement dit, ces termes ne montrent aucune spécificité locale.

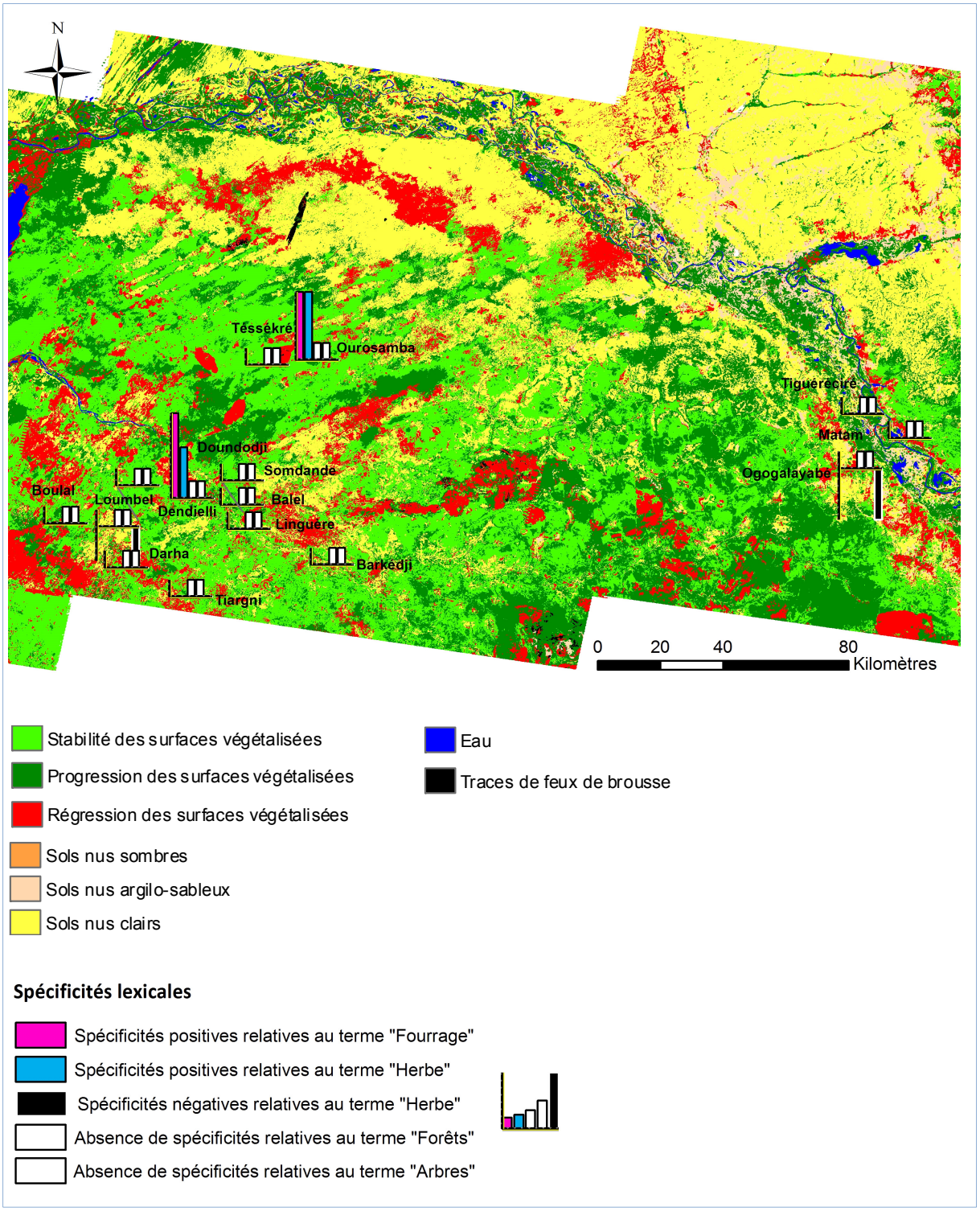


Figure n°10. 1: Spatialisation des spécificités lexicales relatives aux ressources pastorales suivantes: Herbe, Fourrage, Arbre, Forêts

Quant à la question des ressources en eau, c'est un problème qui se pose avec acuité dans le Ferlo. Mais si la région est riche en points d'eau grâce à la présence d'une vallée fossile inondée pendant l'hivernage, du lac de Guiers dans sa partie occidentale ou du fleuve Sénégal dans sa partie septentrionale et orientale, l'accès à cette ressource se trouve entravée par la présence d'importants aménagements hydro-agricoles (Sy, 2010 ; Fall, 2014). C'est pourquoi les principaux points d'eau utilisés par les éleveurs et agropasteurs du Ferlo sont les forages **(Figure n°10.2, A et B).**

A- Forage Téssékré, (Ferlo), Novembre 2010

B- Forage et abreuvoir, Boulel, (Ferlo), Octobre 2010

Figure n°10. 2: Quelques forages, points d'eau structurant les activités pastorales dans le Ferlo (A, B)

L'analyse du contexte lexical relatif à la question de l'eau met en lumière deux pôles sensibles **(Figure n°10.3)**. Il s'agit des localités de Téssékré et de Doundodji Parba où cette problématique apparaît le plus clairement. C'est au sein de ces deux localités que la question des ressources en eau est évoquée de façon particulièrement fréquente.

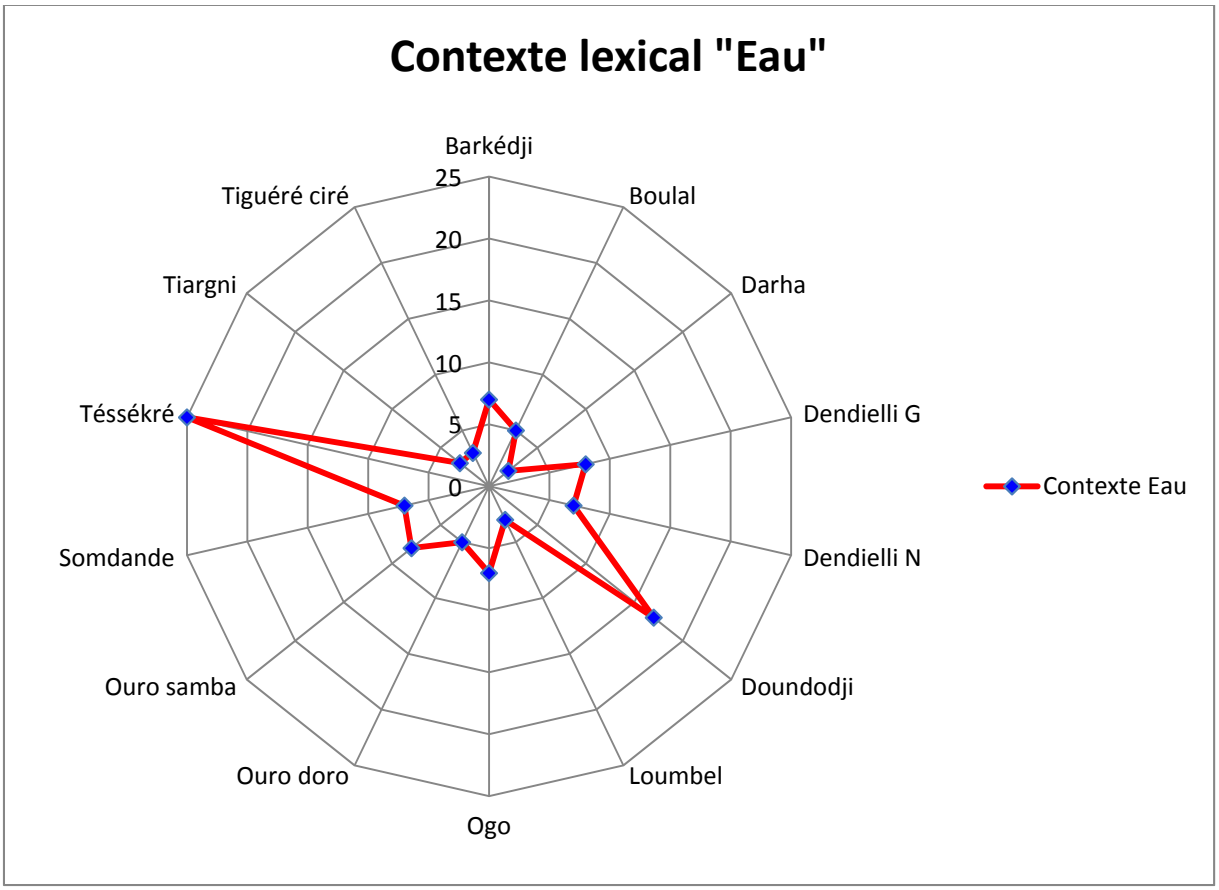


Figure n°10. 3: Contexte lexical autour la question de l'eau par localité

L'étude des contextes **(Tableau n°10.4)** révèlent qu'à Téssékré**,** les difficultés d'accès à l'eau peuvent s'expliquer par des pannes de forages répétées qui obligent les agropasteurs à effectuer des déplacements sur de longues distances à la recherche de cette denrée précieuse indispensable à la survie des troupeaux. Les personnes que nous avons interrogées, nous ont dit avoir dû parcourir des distances variant entre 15 et 30 kilomètres pour pouvoir accéder à l'eau dans d'autres localités.

« Souvent il y a des forages en panne et tu es obligé d'aller dans d'autres villages et souvent les distances entre les villages sont très longues ici » Extrait d'un entretien avec Ousmane Sangaré, le 08/11/2010 à Téssékré

Tableau n°10. 4: Contextes d'utilisation de la forme eau à Téssékré

Téss, Nombre de contextes : 24

Ils tirent l'**eau** dans des puits pour abreuver les bovins. Mais chez nous dans le Massina, il y a beaucoup d'**eau**, les bovins passent toute la journée dans l'**eau** jusqu'au soir, ils boivent l'eau du fleuve tranquillement.

Si on voit par exemple qu'il y a de l'herbe ici et qu'il n'y a pas d'**eau** on essaie de ramener de l'**eau** dans les forages…C'est payant […], c'est par tête.

Pendant l'hivernage, il y a de l'**eau** un peu partout mais après cette période, il y a plus d'**eau**, tout le monde vient au forage pour abreuver le bétail.

Si on pouvait multiplier les forages et les points d'**eau** partout ce serait bien pour l'élevage, souvent il y a des forages en panne et tu es obligé d'aller loin.

Pendant la saison sèche, c'est le problème d'**eau**, il y a des moments où le forage tombe en panne, c'est une difficulté après.

Le problème d'**eau** est très difficile, eux ils tirent de l'eau dans des puits pour abreuver les bovins.

Même l'**eau** pour la consommation domestique, c'est payant à la fin du mois. En fonction des moments, il y a des fluctuations d'une année à une autre. Il y a deux ans c'était dur pour nous en terme d'accès à l'**eau**, en terme de fourrage, les bœufs étaient là mais il n'y avait rien à manger. Mais l'année dernière…beaucoup d'**eau**

Maintenant comme l'**eau** est en train de se raréfier, on ne peut pas les amener tous au village c'est pour ça qu'une partie reste là.

Pendant l'hivernage comme il y a de l'**eau** partout, on est juste là, pas loin du village et le soir tous les troupeaux peuvent venir au village.

Pendant la saison sèche, on se fatigue trop. Pendant l'hivernage, il y a de l'**eau** un peu partout mais après cette période, il n'y a plus d'eau, tout le monde vient au forage.

Pendant l'hivernage, c'est facile parce qu' il y a de l'**eau**, la terre est riche d'herbe donc du coup les animaux ne vont pas loin, c'est un peu comme la période actuelle.

Le problème de fourrage est ici lié aux feux de brousse. Soit, on part, soit, on reste. Il y a aussi ça, s'il y a de l'**eau** à côté, on peut amener directement le bétail s'abreuver tranquillement.

Si le forage n'est pas en panne, s'il y a de l'**eau** tout le temps, s'il y a de l'herbe, on ne bouge pas, on reste.

Il y a des moments ou le forage tombe en panne, c'est une difficulté après
…en attendant, on va au forage d'Ammali pour chercher de l'**eau** et inversement si leur forage tombe en panne, eux aussi, ils viennent ici.

Des moments où le forage tombe en panne, c'est une difficulté après. Les gens mettent de l'**eau** dans des chambres à air pour les amener dans des campements.
Ici ils viennent juste prendre de l'**eau** au forage et l'apportent au campement

Il y a ici le gars des eaux et forêts, en cas de feux, ils mobilisent la citerne pour prendre de l'**eau** au forage et aller combattre les feux.

Des fois l'**eau** qu'on a à notre disposition pour boire finit complètement, et on reste dans la soif pour conduire les moutons.

Pour comprendre ces fréquentes pannes mécaniques, il est nécessaire de faire ici une mise en contexte. En effet, l'adoption des séries de programme d'ajustements structurels *(P-A-S : 1985-1992, 1994-1998)* a eu plusieurs conséquences dans la gestion des espaces et des ressources naturelles. Le désengagement de l'État, s'est soldé par une vague de privatisations. Les coupes des subventions pour avoir accès aux intrants et aux matériels agricoles et l'arrêt des coopératives ont participé de la déprise agricole à la fois le dans bassin arachidier et le Sénégal oriental. Sur le plan agricole, à la fin des années 1990, on note une extension vers le nord du bassin arachidier (Fall, 2014), qui s'adapte au nouveau contexte climatique caractérisé par la translation des isohyètes vers le nord et non à des politiques d'ajustement.

Au niveau de l'élevage, le désengagement de l'État et la monétarisation de services autrefois gratuits tels que l'accès aux forages ne facilitent pas la donne. D'une logique gratuite, les agropasteurs sont passés à une logique payante (Ancey *et al.*, 2008). En effet, le transfert de responsabilités aux collectivités territoriales et aux usagés a donné naissance à des associations d'usagers. Grace à ces transferts de responsabilités, les frais de fonctionnement et d'entretien des forages qui étaient à la charge de l'État sénégalais passent aux mains d'associations. C'est dans ce contexte que les ASUFOR (Association des Usagers des Forages), ont vu le jour dans le Ferlo. Au sein des ASUFOR, il y a un comité de gestion chargé de la collecte des fonds, de la gestion et de l'entretien des forages. Les pannes fréquentes des forages montrent les difficultés de gestion et d'entretien des forages de la part des ASUFOR malgré le paiement de l'accès à ces points d'eau. Parmi les différentes raisons, il y a d'une part la forte pression sur les ressources hydriques des forages notamment pendant la saison sèche. Sur le plan technique, les matériels d'exhaure des forages étant sollicités jour comme nuit, tombent très fréquemment en panne. À cela, il faut ajouter le manque d'entretien et surtout la vétusté des installations car la majeure partie des forages du Ferlo a été installée entre 1950 et 1980 (Dia, 2014).

Depuis les années 2000, l'intervention de l'État sénégalais au niveau des forages se limite aux réparations de ceux-ci en cas de pannes par l'intermédiaire des services des services hydrauliques régionaux. D'après Ancey *et al*. (2008), les frais de réparation oscillent entre 50 000 et 1 000 000 FCFA. Ce coût est assumé dans 80 % des cas par la caisse de sécurité des comités de gestion des forages, et dans 20 % des cas par une cotisation spéciale.

S'agissant de la localité de Doundodji, l'étude des contextes **(Tableau n°10.5)** montre que les agropasteurs alternent le recours aux mares remplies pendant l'hivernage et aux forages des villages alentours. D'après les agropasteurs de Doundodji, l'accès à l'eau est devenu relativement facile grâce notamment à une densité importante de forages à vocation pastorale. Dans cette localité du centre du Ferlo, l'accès à la ressource hydrique semble moins problématique que la disponibilité du fourrage qui devient plus aléatoire avec l'augmentation de la pression par le passage d'éleveurs transhumants.

Tableau n°10. 5: Contextes d'utilisation de la forme eau à Doundodji

Partie : DoundoP, Nombre de contextes : 14

S'il n'y a pas beaucoup de fourrage si la vache boit beaucoup d'**eau** ça suffit.

L'eau c'est la vie, s'il n'y a pas d'**eau**, il y a rien, même s'il n'y a pas beaucoup de fourrage.

Mais il y a des périodes où il n'y a pas d'**eau**, pas d'herbe, c'est difficile ça.

Vers la fin du mois de novembre début décembre il y aura plus **d'eau** dans la mare.

Au village il y a un forage, on va là-bas. On paye l'**eau** là-bas, c'est par mouton, chaque mouton fait 35 francs.

Il y a un point d'**eau** qui est juste là, c'est une mare, mais quand ça fini, on va vers ici, ils mangent l'herbe et après on les amène dans un point d'**eau** juste à côté et puis on va ailleurs aussi.

Quand l'herbe manque, la disponibilité en fourrage est un vrai problème. Concernant l'**eau** cela fait longtemps qu'' on n'a pas ce problème.

Non **l'eau** ne manque pas au niveau du forage. Ça s'est beaucoup amélioré, l'**eau** n'est plus un grand problème parce que pratiquement dans chaque village il y a un forage.

Le bonheur pour nous c'est quand il y a de l'herbe et de l'**eau** c'est à dire l'hivernage.

C'est au mois de janvier que cette mare va tarir, dans ce cas on utilise l'**eau** du forage qui est payant par vache.

Qu'il y ait beaucoup de compléments alimentaires et que le prix baisse, parce que l'**eau** est là, le fourrage est là.

Bientôt la mare va s'assécher, on ira alors à côté du forage pour pouvoir utiliser l'**eau**

10.1.3 Perceptions de la vulnérabilité des pâturages par les agropasteurs du Ferlo

A travers l'étude de la vulnérabilité des pâturages, nous avons questionné à la fois les perceptions exprimées par rapport aux facteurs anthropiques, mais aussi celles relevant du contexte climatique. La compréhension de ces perceptions est un préalable permettant de mieux appréhender les pratiques et les stratégies agropastorales mises en œuvre pour s'adapter aux changements socio-environnementaux.

Dans les enquêtes menées dans le Ferlo, l'expression de la vulnérabilité est caractérisée avant tout par des références à des causes anthropiques. Qu'il s'agisse de pratiques volontaires ou involontaires, la vulnérabilité d'origine anthropique est perçue à travers certaines activités qui fragiliseraient l'état des pâturages. Il s'agit particulièrement de la coupe d'arbres, d'herbe et des feux de brousse. Ainsi, sur la base du corpus d'entretiens, l'analyse de la perception de la vulnérabilité des ressources fourragères met en avant la coupe des arbres comme étant une pratique répandue parmi les pasteurs et agropasteurs du Ferlo. Plus de 80 % des enquêtées admettent couper les feuillages et les branches d'arbres

pour compléter l'alimentation des troupeaux. Ils opèrent ces coupes clandestinement tout en sachant qu'il s'agit d'une pratique interdite par les services des Eaux et Forêts. C'est particulièrement pendant la saison sèche que les coupes sont les plus répandues. L'analyse des spécificités **(Figure n°10.4)** montre qu'à l'ancienneté de cette pratique, s'ajoute le caractère récent des coupes d'herbe destinée à la vente sur les marchés locaux. Ces ventes se font généralement durant la saison sèche quand les pâturages de proximité ne fournissent plus suffisamment de ressources fourragères. Ainsi, les groupes de formes *« coupe d'arbre », « coupe d'herbe », « coupe d'arbre et d'herbe »,* sont des éléments qui structurent les champs lexicaux dans les localités de Barkédji, Dendielli, et Loumbel.

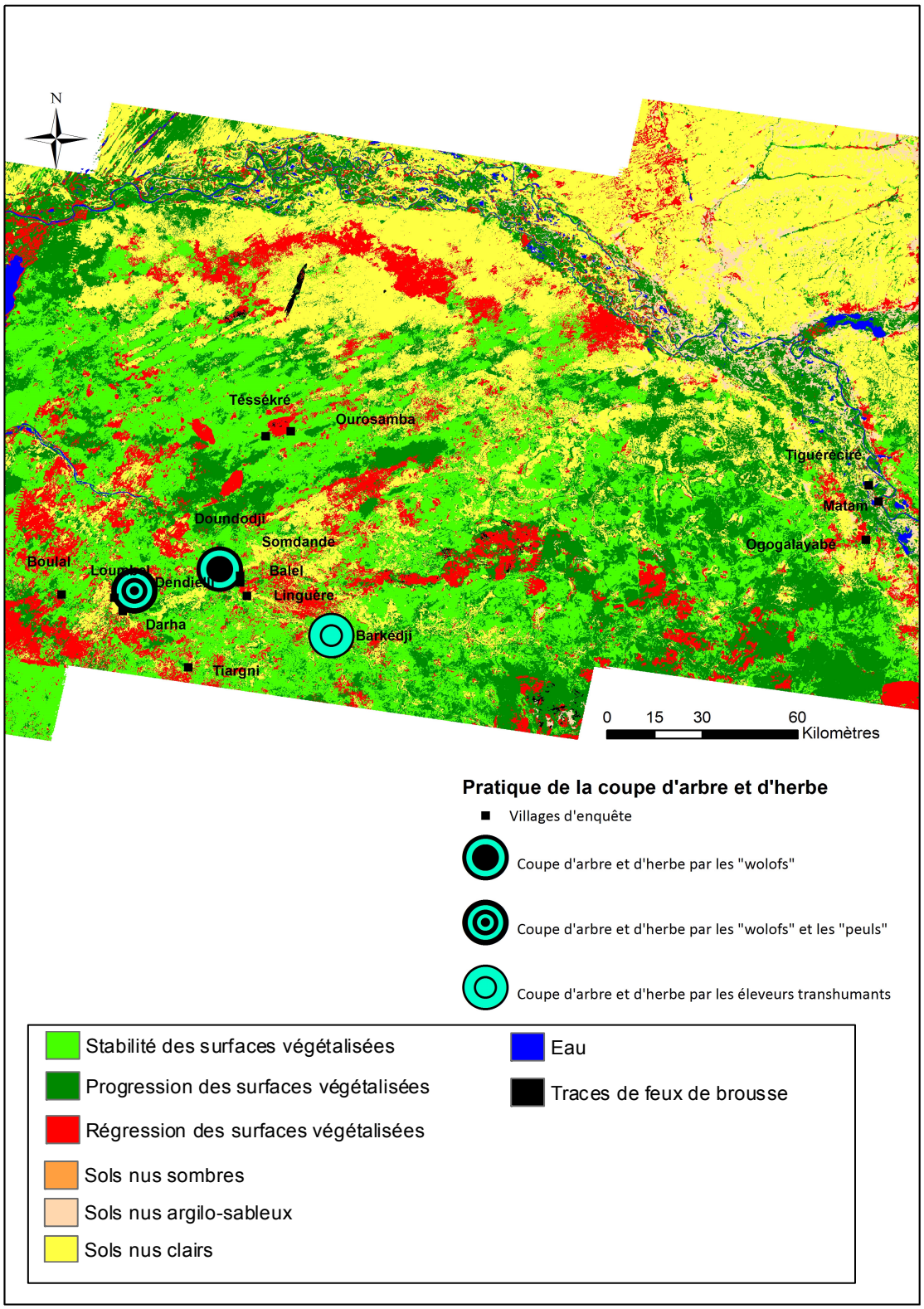


Figure n°10. 4: Spatialisation des perceptions de la vulnérabilité des pâturages : spécificités lexicales des groupes de formes « Coupe d'arbre », « Coupe d'herbe », « Coupe d'arbre et d'herbe » par les agropasteurs du Ferlo

L'analyse des contextes **(Tableau n°10.6)** montre qu'à Barkédji, ce sont les éleveurs transhumants qui sont mis en cause dans les coupes d'arbre et d'herbe alors qu'à Dendielli, la responsabilité semble partagée entre les wolofs et les peuls. À Doundodji, ce sont les groupes sédentaires wolofs qui, d'après les personnes interrogées, pratiquent ces coupes.

Tableau n°10. 6: Contextes d'utilisation de la forme « coupent » ventilés par localités

Partie : Barkédji, Nombre de contextes : 3

Non seulement ils **coupent** mais c'est un véritable carnage qu'ils font.
Ils les **coupent** de manière inacceptable. Là encore c'est surtout les transhumants, les gens qui nous viennent du nord parce qu'eux aussi ils viennent ici, ils campent pour un, deux, trois jours, ils **coupent** le temps de faire la clôture pour leurs moutons, ils quittent, ils vont à un ou deux kilomètres pour s'installer.

Partie : DendG, Nombre de contextes : 3

Quand les animaux viennent, ils sont toujours à côtés des arbres. C'est à cause des hommes qui **coupent** les arbres. Ce sont les Wolofs en majorité qui **coupent** les arbres et un petit peu les Peuls. Pour vendre, c'est à cause de la dépense quotidienne. Ils vont couper de l'herbe, ramasser du bois mort pour les vendre, ils **coupent** les arbres pour faire du charbon de bois pour survivre.

Partie : DendN, Nombre de contextes : 2

On n'a pas le droit mais à la fin de l'hivernage, on peut y amener les troupeaux. Il y en qui **coupent** l'herbe pour aller le vendre à Darha, il y en a qui ont de petits élevages à la maison donc ils peuvent. Il y a des eaux et forêts, s'ils t'attrapent, c'est sûr que tu iras en prison. Ces gens là **coupent** les branches et les feuilles des raddiana et des balanites.

Partie : DoundoP, Nombre de contextes : 2

Ils coupent pour aller le vendre, pratiquement l'ensemble des villageois fait ça. C'est plutôt les Wolofs qui **coupent** l'herbe pour aller le vendre, ici il n'y a pas de Sérère. Ce que les troupeaux mangent et ce que les Wolofs **coupent** […] fait que ça part vite.

La question des feux de brousse est aussi considérée comme étant un problème d'importance. D'après les agropasteurs interrogés, ils sont fréquents avec un nombre important de déclenchements chaque année. Cette récurrence des feux de brousse est un facteur déterminant dans la dégradation voire le manque des ressources fourragères. Les feux de brousse dans ces régions sahéliennes (Figure n°10.5-A-B-C-D) influent non seulement sur la dynamique des agro écosystèmes (Garba *et al.*, 2012) mais aussi sur la dégradation des activités et des établissements humains (CSE, 2011).

A

B

C

D

Figure n°10. 5:Traces de feux de brousse dans la commune de Téssékré (Ferlo) (Source : Marega et Fall, Novembre 2010)

Parmi les principales causes évoquées pour expliquer la dégradation et le manque des ressources fourragères, les feux de brousse sont ainsi fréquemment cités. Ces feux sont considérés le plus souvent comme étant accidentels comme en témoigne ces extraits d'entretiens :

«Il y a dix jours exactement que ce feu a été déclenché, c'est un transhumant qui a fait ce feu. La personne a été arrêtée par les services d'ordre mais c'était accidentel, le feu ça a détruit beaucoup de fourrage… J'ai perdu deux ânes dans le feu, nous avons un voisin ici qui a perdu pratiquement toute sa maison, il y a trois à quatre chambres qui sont parties et il ne reste rien» Extrait d'un entretien avec Samba Ba, le 09/11/2010 à Ouro-Samba.

«Ici il y a beaucoup de feux de brousse. Presque chaque année il y a des feux de brousse. En général ce sont les éleveurs qui fument par exemple et mettent le feu sans faire exprès. Il y a des transhumants qui passent qui allument le feu et oublient de l'éteindre en partant. Il y a quatre ans, en 2006-2007, le feu est arrivé jusqu'à l'entrée du village. Maintenant on a commencé à mettre des pare-feu» Extrait d'un entretien avec Samba Ngoye Ka, le 27/10/2010 à Tiargni.

En plus de ces feux accidentels souvent attribués aux transhumants, aux récolteurs de miel, aux enfants, d'après André et Müller (2008), il faudrait ajouter les feux délibérés pour nettoyer les pâturages, ou bien uniquement pour nuire. En revanche, d'après nos enquêtes, les pratiques consistant à mettre le feu pour activer une rapide repousse des herbacées est une pratique très ancienne qui ne serait plus d'actualité dans la région. Ladite pratique était justifiée dans le passé dans la mesure où les conditions de pluviométrie et d'humidité le permettaient. Dans le contexte actuel d'une augmentation de la pression sur les ressources fourragères, il paraît clair à tous que la mise à feu des pâturages constitue une menace sérieuse quant à leur équilibre et à une perte de fourrage pour le bétail autant qu'elle participe à la vulnérabilité des systèmes socioécologiques (Sawadogo, 2011).

L'analyse des spécificités lexicales relatives à la question des feux de brousse **(Figure n°10.6)** montre qu'au sein du Ferlo cette pratique, est considérée comme participant fortement à la dégradation des ressources fourragères. Dans les localités de Téssékré et de Ouro Samba, ils seraient à l'origine de plus en plus de départs anticipés en transhumance.

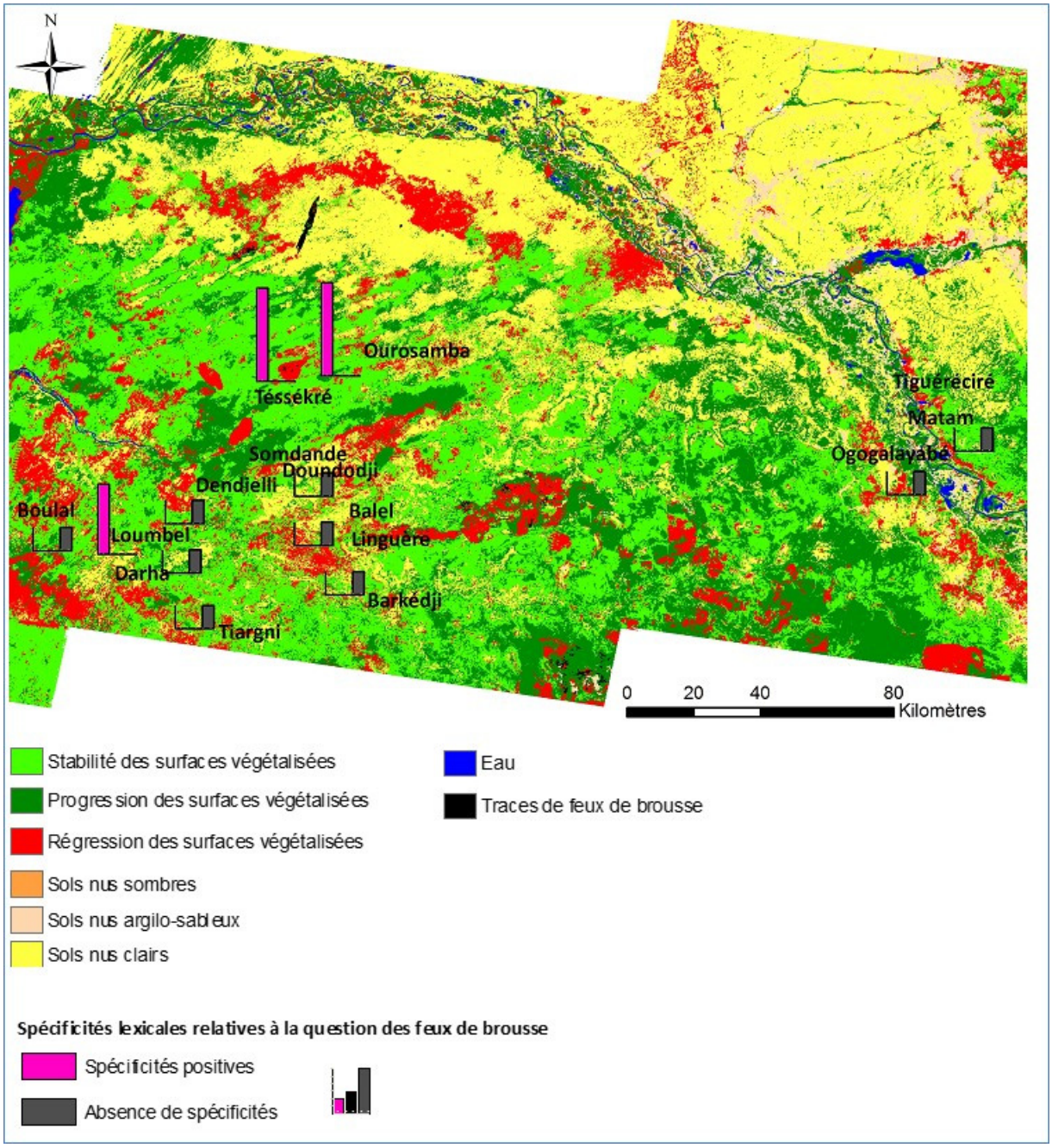
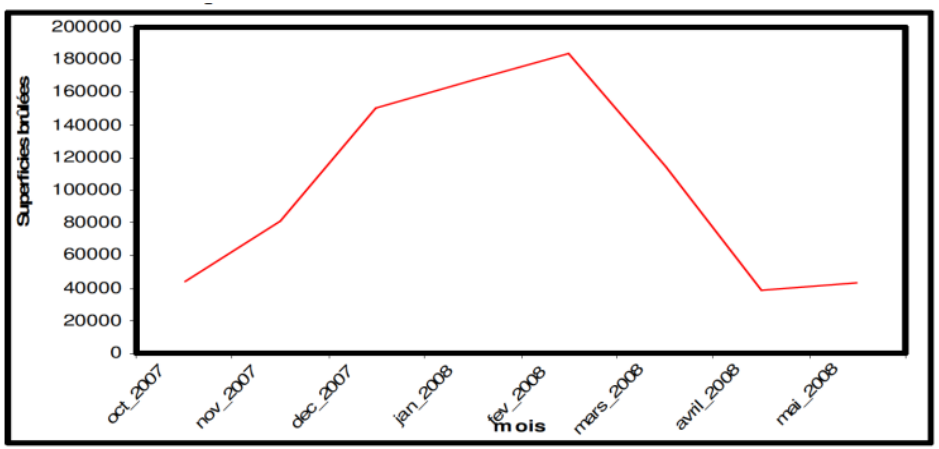
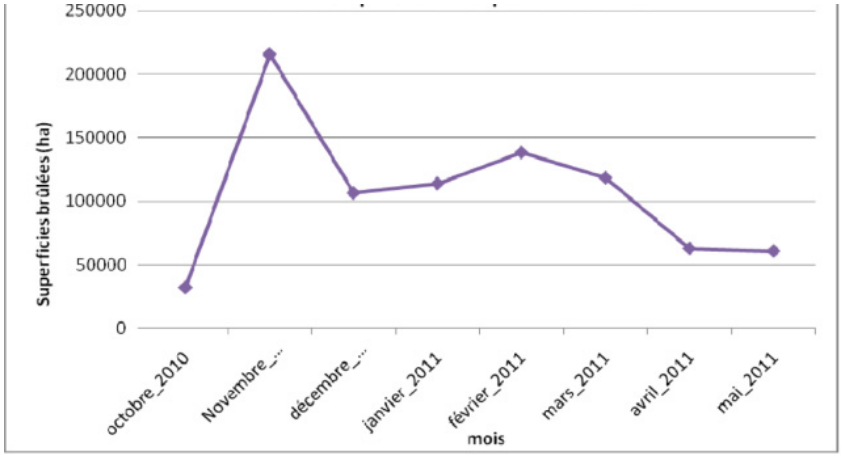


Figure n°10. 6: Spatialisation des perceptions de la vulnérabilité des pâturages : spécificités lexicales relatives à la question des feux de brousse dans le Ferlo

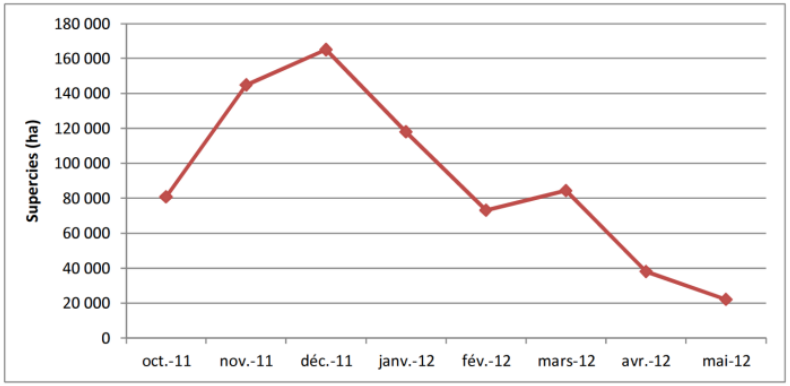
D'après les travaux de suivi des feux menés par le *CSE (Centre de Suivi Ecologique)* **(Figure n°10.7)** sur la base de l'analyse d'images satellites, sur la saison 2011-2012, il y a eu au total 726 102 hectares de superficies brûlées sur l'ensemble du Sénégal contre 847 600 hectares entre 2010-2011. L'analyse de ces tendances nous montre que la période sujette régulièrement aux feux de brousse s'étale chaque année entre novembre et mars. Les pics sont généralement enregistrés aux mois de novembre et décembre.



2007-2008



2010-2011



2011-2012

Figure n°10. 7: Evolution mensuelle des superficies brûlées au Sénégal entre 2007 et 2012 (Source, CSE, Rapport de campagne, 2007-2008, 2010-2011, 2011-2012)

Ainsi, l'un des indicateurs de l'état des ressources pastorales d'après la perception qu'en ont les agropasteurs se lit à travers les impacts des feux de brousse sur la disponibilité des ressources fourragères. Dans les localités telles que Tésséké et Ouro Samba, la conséquence directe de ces feux de brousse se manifeste à travers des départs en transhumance anticipés par rapport à ce qu'imposent normalement le cycle de la mousson ou les conditions climatiques locales

La vulnérabilité d'origine climatique est aussi une grille de lecture que plusieurs de nos interlocuteurs ont mise en avant. Les perceptions exprimées à ce sujet en font l'une des principales sources de vulnérabilité des systèmes agropastoraux du Ferlo. Tout d'abord, l'analyse du champ lexical en rapport avec cette thématique se structure autour de la saison des pluies et de la saison sèche. Suivant les différents acteurs, et également en fonction des groupes ethniques (peuls, wolofs, sérères, toucouleurs) la place qu'occupe cette question dans le discours n'est pas équivalent **(Figure n°10.8)**. L'organisation du champ lexical montre que les perceptions sont essentiellement exprimées en termes de saisonnalité. On constate que le discours est souvent focalisé sur la saison sèche avec un nombre de contextes de l'ordre de 22 pour les interlocuteurs peuls. Ensuite viennent les expressions faisant appel à la saison des pluies avec un nombre de contextes de 12. Pour les autres groupes ethniques, le nombre de contextes dans lesquels sont évoquées la saison des pluies et la saison sèche se situent entre 0 et 5. Autrement dit, l'expression des perceptions dans ces groupes n'est pas focalisée sur les saisons contrairement à ce que l'on remarque chez les Peuls du Ferlo.

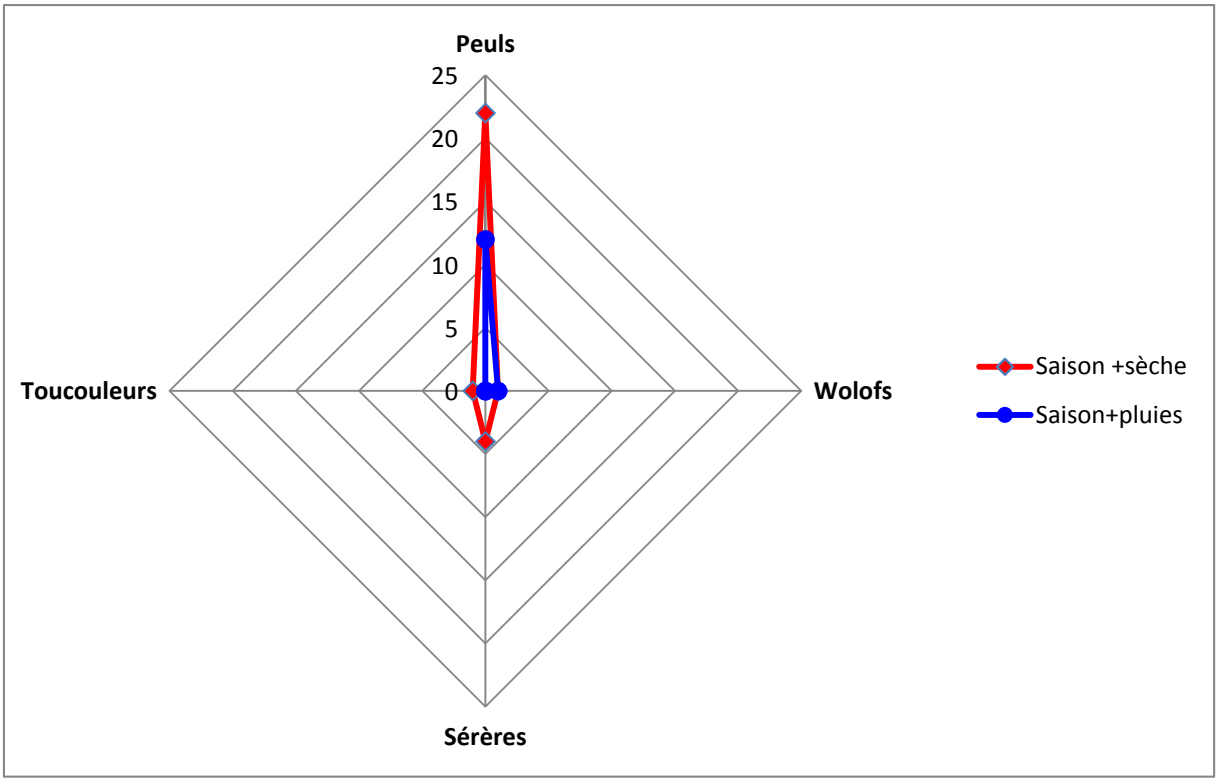


Figure n°10. 8: Perception de la vulnérabilité d'origine climatique en fonction des groupes ethniques : structure du champ lexical autour des saisons

L'analyse des concordances des formes faisant référence à la saisonnalité dans les discours des agropasteurs peuls **(Tableau n°10.7 et n°10.8),** nous montre qu'une grande partie de nos interlocuteurs évoque une situation pluviométrique relativement bonne, émaillée de quelques années mauvaises comme 2004. D'après les interviewés, l'état des pâturages et la qualité des ressources fourragères dépendent des quantités pluviométriques. Certains s'inquiètent également de l'arrivée de plus en plus tardive des pluies considérée comme une source de vulnérabilité importante : *« Même cette année au début on avait peur parce que les pluies sont venues tardivement. Mais tout revient à dieu, il a bien plu après »* Extrait d'un entretien avec Ndiala Ka, Le 28/10/2010 à Dendielli.

Tableau n°10. 7: Contextes d'utilisation de la forme « saison des pluies» par ethnie

Partie : Peul, Nombre de contextes : 12

Actuellement c'est mieux, les forages ont augmenté ces derniers temps. C'est aussi à cause des **pluies** qui ont augmenté ces derniers temps.
Il ne pleuvait pas beaucoup, le fourrage se raréfiait vite.

Ils rentrent en fin juin et début juillet, période de début des **pluies**.
Il y a quatre ans derrière (2006), il y a eu une très belle **saison des pluies**, on n'est pas parti loin. Nous sommes restés ici.

On va vers la Mauritanie en **saison des pluies** mais pas ici.
Mais on peut aller jusqu'à Tamba et si on part, on ne revient qu'à la **saison des pluies**.

Je calcule le temps pour arriver ici en début de la **saison des pluies**. Actuellement je suis ici en cette période parce que la **saison des pluies** a été bonne donc on peut commencer à partir vers le mois de janvier.

Là-bas pendant la **saison des pluies**, les bœufs quittent le Delta pour aller.

Il y en a qui reviennent ici une fois que les pâturages des champs sont finis, ils n'attendent pas **la saison des pluies.** Pendant l'hivernage, tout le monde est ici, personne ne va dans le Saloum.

Même cette année au début on avait peur parce que les **pluies** sont venues tardivement. Mais tout revient à dieu, il a bien plu après.

Il y avait des herbes comme *Gringal* ici mais on ne le retrouve plus que dans le Saloum. Il se peut aussi que ce soit à cause des mauvaises **pluies**.

Tableau n°10. 8: Contextes d'utilisation de la forme « pluie» par ethnie

Partie : Peul, Nombre de contextes : 18

L'année est excellente il a beaucoup **pluie** à mon avis les gens ne partiront que tardivement. Il y en a qui brûle quand il y a beaucoup de **pluie**, pour avoir des repousses derrière. Il y en a qui sont pour, il y en a qui sont contre pour brûler… On se déplace à cause du manque de **pluie** mais pas à cause des feux de brousse.
Si ça ne dépendait que de nous, on préfère qu'il y ait 6 mois de **pluie** et 6 mois de saison sèche. Même s'il pleut actuellement, ça va détruire l'herbe.
On n'a pas de matériel pour savoir mais on entend à la météo qui dit cette année il a plu tant de **pluie** par ci par là […].

Cette année a été une année excédentaire en termes de **pluie**. On n'aura pas besoin d'aller ailleurs car la quantité d'arachides qui est cultivée ici nous suffit…Ça dépend aussi de la **pluie**, par exemple s'il pleut tout de suite et que ça s'arrête 2 mois après, on sait que cette année en on revient ici. Ça dépend, actuellement c'est vrai qu'il y a beaucoup d'herbe à cause de la **pluie** mais nous attendons l'arrivée d'autres troupeaux qui viennent d'autres localités et peuvent rester.
S'il ne pleut pas beaucoup, il n'y a pas beaucoup de fourrage.

Ça dépend de la **pluie**. Cette année il y a beaucoup de fourrage, s'il n'est pas gaspillé ça ira…. Ça dépend de la **pluie**, si la pluie est bonne, tu verras de gros champs. Il y a des gens qui ont à la base de petits champs
Ça dépend de la volonté divine, s'il pleut beaucoup il y a de l'herbe, donc la disponibilité de la **pluie** donc de l'herbe dépend de dieu. Personne ne sait si **la pluie** a augmenté ou pas.

Donc ça dépend du type d'herbe et de la **pluie**. Ce sont les mêmes types d'herbes qui poussent en année bonne comme en année mauvaise.
Et quand la pluie est bonne ils regrettent et l'année suivante ils font de gros champs mais la **pluie** n'est pas au rendez-vous et donc ils perdent tous…..Maintenant ce n'est plus l'eau mais c'est à cause du manque de fourrage. Ce n'est pas la **pluie** mais c'est à cause de la surcharge du bétail.

C'est à partir du moment où la plante commence à donner des fruits que la **pluie** s'arrête. C'est le meilleur fourrage pour l'éleveur.

Partie : Toucouleur, Nombre de contextes : 2

En 2004 c'était très difficile au Sénégal, il n'y avait pas d'eau, la **pluie** est venue au mois de novembre, c'était très en retard par rapport aux autres saisons. Je pense que la **pluie** est entrain de revenir mais c'est dieu seul qui sait si ça va continuer ou pas.

Toujours sur la perception de la saison sèche, l'analyse des concordances **(Tableau n°10.9)** montre que c'est la période pendant laquelle les pâturages et les troupeaux sont les plus vulnérables. Dans la perception des agropasteurs peuls, le poids de cette période « difficile » est de plus en plus ressenti en raison de l'augmentation du cheptel. La pression du cheptel provoquerait le surpâturage dans les rares secteurs où subsistent des ressources pastorales pendant la saison sèche. Cet effet n'est pas ressenti pendant la saison des pluies dans la mesure où à cette période les pasteurs et leurs troupeaux peuvent encore accéder à de grands espaces pourvus de ressources en eau et de ressources fourragères.

Tableau n°10. 9: Contextes d'utilisation de la forme « saison sèche» par ethnie

Partie : Peul, Nombre de contextes : 18

En période **sèche**, bientôt la mare va s'assécher, on ira alors à côté du forage pour pouvoir utiliser l'eau.

En période **sèche**, nos villages de départ sont presque vides. La majeure partie des gens part.

En **saison sèche**, la disponibilité en fourrage est un vrai problème. Si ça ne dépendait que de nous, on préfère qu''il y ait 6 mois de pluie et 6 mois de **saison sèche**. La principale difficulté c'est en période de **saison sèche**. Ça dépend des bienfaits de la nature, si la nature donne des bonnes herbes.

Le fourrage qu'on a ici est pauvre en nutriments, en période de **saison sèche** les éleveurs vont acheter des compléments alimentaires pour que les bovins puissent avoir des masses.

Je peux aller jusqu' à Mbour, jusqu' au Sénégal oriental mais c'est en **saison sèche**.

Par des techniques d'amélioration, on essaie d'améliorer la production laitière en **saison sèche**.

C'est uniquement en **saison sèche**…Nous, nous nous déplaçons plutôt par rapport à la disponibilité l'herbe. Pendant la **saison sèche**, on se fatigue trop. Pendant l'hivernage, il y a de l'eau.

Pendant la **saison sèche**, ils viennent ici, et quand tu vas au forage entre midi et 14 heures, tu ne peux même pas abreuver donc pour un besoin d'espace ces grands propriétaires ne peuvent pas venir ici.

Pendant la **saison sèche** c'est très difficile parce que c'est la période où il n'y a plus d'herbe, le soleil tape très fort.

Pendant la **saison sèche**, c'est le problème d'eau, il y a des moments où le forage tombe en panne, c'est une difficulté après se posent des problèmes de cohabitation entre les autochtones et les transhumants.

Pendant la **saison sèche** le problème, c'est la surcharge au niveau des forages, c'est la surcharge au niveau des pâturages.

Les troupeaux augmentent, c'est une réalité, le berger avec son coupe-coupe, pendant la **saison sèche** coupe les arbres.

Cette période, le forage n'est pas utilisé parce qu'il y a des marigots mais pendant la **saison sèche** le seul point d'eau c'est le forage. L'année dernière c'était bien, on était là même pendant la **saison sèche** mais l'année d'avant c'était mauvais, un peu dur.

Il y a du surpâturage, ce qui fait que pendant la **saison sèche** dans certaines zones il n'y a pas d'herbe parce que tout a été bouffé pendant l'hivernage.

10.1.4 Perceptions des activités et stratégies d'adaptation des agropasteurs

Après avoir étudié les traits caractéristiques qui structurent les visions des agropasteurs par rapport aux ressources pastorales ainsi qu'à leur vulnérabilité, cette section a pour objectif principal de mettre en exergue les stratégies d'adaptation à la lumière des perceptions et représentations exprimées par les différents acteurs. Nous nous attacherons tout d'abord à analyser le regard que portent les agropasteurs sur leurs activités quotidiennes. Ensuite, nos analyses se focaliseront sur les stratégies développées par les différents acteurs pour s'adapter aux changements socio-environnementaux qui caractérisent la région du Ferlo.

10.1.4.1 Perceptions des activités et rapports sociaux entre agropasteurs

La perception des activités est le corollaire des représentations relatives à l'état des ressources pastorales. D'un côté les coupes d'arbre, d'herbe, et les feux de brousse fragilisent les ressources fourragères, de l'autre l'irrégularité des précipitations avec des saisons sèches plus longues ont un impact négatif sur la productivité des pâturages. Ces deux sources de vulnérabilité interviennent donc dans les perceptions des activités d'élevage. En plus de ces divers éléments, les problèmes d'approvisionnement en eau résultant des pannes de forages entravent parfois les activités quotidiennes des différents acteurs interviewés. C'est dans ce contexte que nous avons étendu l'analyse des perceptions et représentations aux activités agropastorales. Il s'agit ici de comprendre à la lumière des perceptions exprimées sur les ressources, les traits caractéristiques des activités agropastorales.

Dans cette optique, il nous a semblé pertinent de comparer les dires d'acteurs en les rassemblant par classes d'âge afin d'explorer la variation des discours en fonction de l'âge des répondants (Marega *et al.*, 2013). Les résultats[51] obtenus ont montré des contrastes importants dans l'utilisation de certaines formes lexicales notamment les termes *« difficile » et « problème »*[52] **(Figure n°10.9).** Les répondants de la catégorie actifs+ (actifs d'âge moyen, entre 30 et 50 ans), considèrent souvent que le travail des agropasteurs est de plus en plus difficile. Ces interlocuteurs utilisent tout à la fois ce terme pour déplorer le manque d'herbe, le manque d'eau, d'une saison à l'autre, d'une année sur l'autre.

«Le bonheur pour nous c'est quand il y a de l'herbe et de l'eau c'est-à-dire l'hivernage. Mais il y a des périodes où il n'y a pas d'eau, pas d'herbe, c'est difficile ça. Par exemple il y a deux ans c'était très difficile» Extrait d'un entretien avec Abdramane Sow, le 04/11/2010 à Barkédji.

---

[51] Les résultats présentés dans cette sous partie sont directement tirés d'un article que nous avons publié dans la revue Lexicometrica : Marega *et al.*, 2013,"Paroles d'éleveurs", Revue en ligne Lexicometrica, http://www.tal.univ-paris3.fr/lexico/navigations/Int1.pdf

[52] Dans les langues vernaculaires, ces deux termes se traduisent par : en wolof : *méti* (difficile) *diafé diafé* (problème), en peul : *sattude* (difficile), *haajju* (problème).

Le terme « difficile » est également utilisé chez les éleveurs pour exprimer les conséquences liées à l'activité de transhumance, mais aussi à l'augmentation de la taille du cheptel par rapport aux espaces de pâturages disponibles.

«S'il y a la transhumance c'est difficile, ceux qui vont en transhumance ils n'ont pas le choix, il y a toute la famille qui les suit. S'il n'y avait pas la transhumance, les enfants pourraient partir à l'école ou faire autre chose. Pour moi, on doit se sédentariser pour profiter de l'éducation des enfants. C'est difficile, c'est normal, parce qu'il y a de plus en plus de bétail et comme l'espace est exigu, c'est encore difficile» Extrait d'un entretien avec Abdoulaye Bâ, le 05/11/2010 à Doundodji Parba.

La **figure n°10.9** montre une répartition contrastée pour ces deux formes en fonction de la catégorie d'âge des répondants. Les jeunes emploient plutôt la forme ***«problème»,*** alors que leurs aînés qualifient plus volontiers certaines situations de ***«difficile».*** Le groupe des plus âgés emploie à la fois l'une et l'autre des formes. Pour les jeunes de moins de 30 ans, la question de l'évolution des activités pastorales est plutôt associée à la notion de problème(s). Ces jeunes emploient souvent la forme *problème(s)* pour évoquer des phénomènes auxquels leurs aînés encore actifs font référence en utilisant la forme difficile(s). Malgré cette alternance, ces deux catégories expriment, à propos de leurs activités propres, des préoccupations que l'on est tenté de rapprocher.

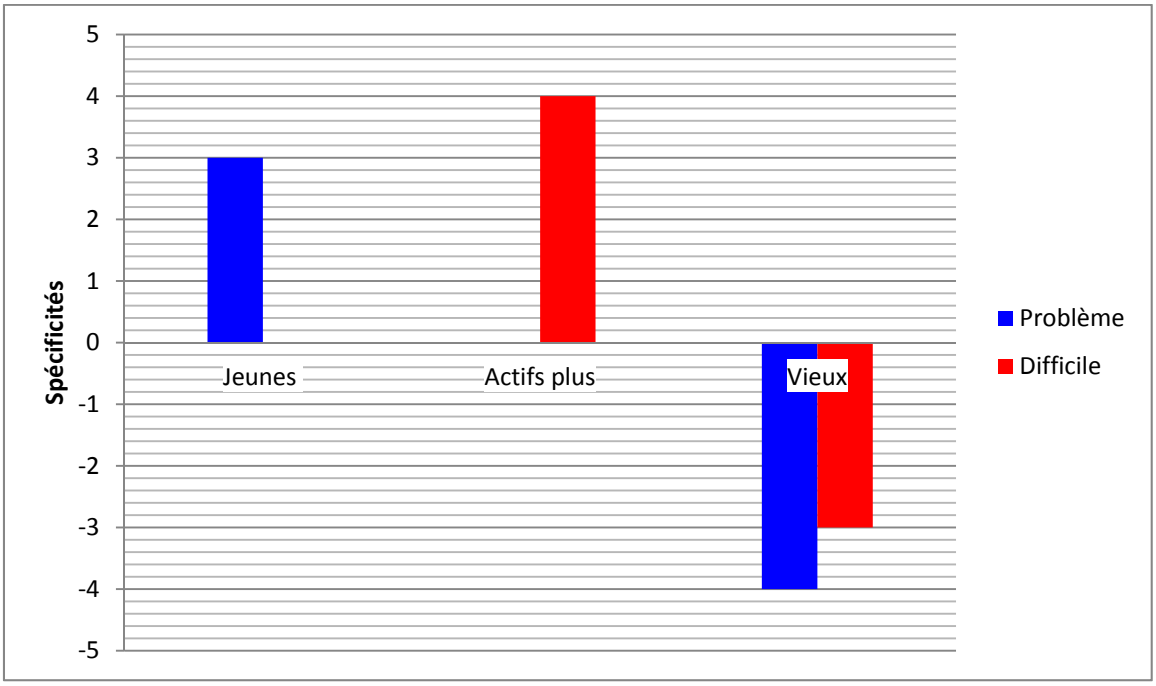


Figure n°10. 9: Spécificités des formes « problème et difficile » par classe d'âge des enquêtés

On peut vérifier en se reportant au **tableau n°10.10** que certains emplois de la forme « difficile » renvoient à des événements que nous qualifierions *a priori* de catastrophiques. La situation qualifiée de « difficile », par un éleveur d'âge moyen, à propos de l'année 2004, renvoie, dans les faits, à une année de sécheresse particulièrement sévère qui a entraîné une diminution drastique des ressources naturelles. Ces observations illustrent, à notre sens, une certaine discordance entre les observations obtenues par le biais des images satellites, signalant une tendance au « reverdissement » global du Sahel (Fensholt et Rasmussen, 2011, Dardel, 2014, San Emeterio, 2015) qui devrait entraîner une nette amélioration des conditions du milieu physique, et, d'autre part, les discours des acteurs locaux qui font état de difficultés et de problèmes liés à leurs activités pastorales au quotidien. Cette discordance est liée à une différence d'échelle temporelle : la mémoire des agropasteurs retenant les évènements extrêmes, alors que les changements d'occupation du sol résultent de l'évolution décennale des précipitations.

Tableau n°10. 10: Les formes difficile et problème : définition dictionnairique et emplois contextuels dans le corpus.

Dictionnaire Larousse :

problème Question à résoudre dans un domaine quelconque, qui se présente avec un certain nombre de difficultés, d'obstacles : Le problème de la faim dans le monde.

difficulté Ce qui crée un embarras, un obstacle, un ennui ; problème.

Corpus ***Ferlo*** :

ais s ils passent vite , il n y a pas ce **problème** . s il y a beaucoup de bétail sur un
veurs qui viennent ici . on n ' a pas de **problème** à ce niveau . l ' accès est libre à t
(sic 2009) […] , § ce qui nous pose **problème** ici c est l indisponibilité du fourra
l ' eau et le fourrage . mais ici , le **problème** c ' est que ça part vite . § c ' est
astorale par excellence. il n ' y pas de **problème** ici , c 'est pour tout le monde la fo
gens qu ' ils ont trouvé sur place . le **problème** crucial c 'est l'eau , le gouvernemen
oup amélioré , l eau n est plus un grand **problème** parce que pratiquement dans chaque
amps . aussi dans d autres secteurs , le **problème** d eau est très difficile , eux ils
peut soigner les moutons, on discute des **problèmes** d'élevage tout simplement et pour
tout simplement et pour mieux régler les **problèmes** et avancer. § La connaissance c est
Pour nous ici, on n a pas de **problèmes** d'eau parce qu'il y a un forage dans

n y a plus ça. § En 2004 c était très **difficile** au Sénégal, il n y avait pas d'eau ,
il n y a pas d eau , pas d herbe , c est **difficile** ça .par exemple il y a deux ans c ét
par exemple il y a deux ans c était très **difficile** mais cette année ça va § il y a de
uves . § dans les années passées c était **difficile** parce qu'il y avait pas beaucoup de
normal , s il y a la transhumance c est **difficile** , ceux qui vont en transhumance ils
monde , mais la transhumance c est très **difficile** . § il y a beaucoup de bétail et l
e tu veux , il y a de l argent . § c est **difficile** c est normal parce qu ' il y a de pl
à […] . § ce que nous voulons est très **difficile** […] , premièrement que l on décrèt
es secteurs , le problème d eau est très **difficile** , eux ils tirent de l eau dans des

Quant à l'expression des rapports sociaux, elle se décline de façon nette suivant l'autochtonie ou l'allochtonie. La disponibilité spatio-temporelle des ressources notamment dans un contexte de fortes irrégularités pluviométriques, combinée à la pression anthropique avec une présence grandissante de nouveaux éleveurs, sont des facteurs qui exacerbent les conflits d'usage de l'espace et des ressources entre les éleveurs.

La grille de lecture de la conflictualité n'est plus à lire uniquement sous l'angle des rapports entre agriculteurs sédentaires et éleveurs nomades notamment en cas de divagation des troupeaux dans les champs, mais entre groupes d'éleveurs par rapport à la disponibilité des ressources pastorales à l'intérieur d'un territoire donné auquel l'un des groupes s'identifie par rapport à tous les autres. Ainsi, d'après nos enquêtes, l'essentiel des éleveurs rencontrés ont un rapport à l'espace qui s'attache de plus en plus à des territoires villageois ou à des campements.

Au sein d'un territoire pastoral, qu'il s'agisse d'un village ou d'un campement, les primo-arrivants se désignent comme autochtones. Dans ce contexte, la responsabilité du manque de ressources fourragères est assez généralement attribuée aux autres éleveurs (allochtones) qui, de passage dans le cadre de la transhumance, épuiseraient le stock de ressources disponibles. C'est à travers l'usage de la forme *« viennent »* que l'on peut appréhender ce phénomène **(Tableau n°10.11, A et B).** Au-delà de l'interrogation sur la disponibilité réelle des ressources pastorales, ce qui est considéré comme un problème c'est, avant tout, les autres. Les éleveurs venant d'autres localités sont accusés d'être responsables de tous les maux (manque de fourrage, feux de brousse, etc.). Chaque acteur, loin de poser le problème de la pénurie des ressources au niveau local, exprime d'abord que, s'il n'y avait pas le « problème » des éleveurs venant d'autres localités, les ressources pastorales seraient peut-être suffisantes pour l'ensemble du village ou du campement pendant une grande partie de l'année, et ce, sans référence particulière aux conditions environnementales (Marega *et al.*, 2013).

Tableau n°10. 11: Concordances de la forme « viennent » par localité, (A-B)

A

Partie : Barkédji, Nombre de contextes : 8

Il y a de ces gens là qui **viennent** dans la communauté rurale, vous ne les voyez même pas. On ne peut pas courir derrière chaque transhumant.

Ils les coupent de manière inacceptable. Là encore c'est surtout les transhumants, les gens qui nous **viennent** du nord, ils campent pour un, deux, trois jours, ils coupent le temps de faire la clôture pour leur mouton.

Parce que là-bas il y a plus d'espaces pastoraux, tout est cultivé, tout est défriché pour une agriculture intensive. Ces gens **viennent** ici avec le bétail, et là encore, cet envahissement de ces éleveurs nous constitue d'énormes problèmes.

Les éleveurs du nord nous envahissent terriblement, les gens du Baol , du Sine , nous avons ici des éleveurs de Fatick qui **viennent** ici , des gens de Bambey , de Mbour qui viennent ici pendant l'hivernage. Ça constitue une surcharge […]Ici dans la zone les peuls sont dominants.

Les gens qui transhument, lorsqu'ils **viennent** ici, ils doivent être accueillis et installés par le conseil de la zone pour limiter d'éventuels conflits mais vous savez ce n'est pas facile d'accueillir. Donc ils progressent vers le sud, ils restent là-bas jusqu' au mois de juin, ils reviennent quand il commence à pleuvoir.

Ils y en a qui **viennent** ici pendant l'hivernage, ils quittent le Saloum parce que là-bas c'est plus l'agriculture, s'ils restent là-bas il y a des risques de divagation.

Il faut que les gens sachent aussi que les autres sont des sénégalais aussi, mais aussi les gens qui transhument, qui **viennent**, il ne faut pas aussi qu'ils cherchent à brimer les gens qu'ils ont trouvé sur place

Quand les gens **viennent**, il y a une manière de s'installer, quand ils s'installent, ils doivent s'installer sur la même ligne que les autochtones.

Partie : DendN, Nombre de contextes : 6

Souvent ça fini vite parce qu'il y a des gens qui **viennent** d'autres localités. Et quant l'herbe devient sèche, ils prennent tout pour le revendre et nous, nous ne pouvons pas leur interdire.

Actuellement c'est vrai qu'il y a beaucoup d'herbe à cause de la pluie mais nous attendons l'arrivée d'autres troupeaux qui **viennent** d'autres localités et peuvent rester un bon bout de temps tant que les disponibilités en eau le permettent.

Il y a des gens qui **viennent** de Darha , il y a aussi des gens qui **viennent** des villages wolofs juste à côté de Loumbel qui viennent jusque là pour couper l' herbe .

Ils **viennent** en général ici pendant l'hivernage et souvent ils passent l'hivernage ici. Il y a souvent des problèmes avec ces gens là.

Au niveau de la communauté rurale, mais on n'arrive pas à trouver de solution parce que c'est des sénégalais comme nous, c'est des Sérères qui **viennent** ici donc nous on ne peut pas les exclure. Si tu les chasses, ils disent que je suis sénégalais, tu es sénégalais, tu ne peux pas me

B

Partie : DoundoP, Nombre de contextes : 11

Que faire, il y a des peuls, des maures qui **viennent** en transhumance ici, c'est un vrai problème, ils **viennent** avec beaucoup de troupeaux. Ce sont des mauritaniens, ils **viennent** chaque année.

Ils **viennent** ici parce que là-bas il n y a pas d'herbe.

C'est lié au fait que les troupeaux l'utilisent. Il y a aussi les vendeurs, ceux qui **viennent** couper de l'herbe pour aller le vendre, pratiquement l'ensemble des villageois fait ça. C'est plutôt les Wolofs qui coupent l'herbe pour aller le vendre.

Ils **viennent** du fleuve, ils sont originaires de la vallée du fleuve. Pendant la saison sèche, ils **viennent** ici et quand tu vas au forage entre midi et 14 heures, tu ne peux même pas abreuver le bétail parce qu'il y a tellement de troupeaux qui attendent.

Quand ils **viennent**, on se partage le pâturage, il n'y a pas de problème.

Pendant la saison sèche, ils **viennent** ici, il n'y a pas de champs pratiquement c'est que des pâturages.

Il se peut même, qu'il y ait de l'herbe là-bas mais eux étant des transhumants, ils **viennent** ici, ici c'est une étape de leur trajet, ils passent, ils raflent tout et repartent.

Ils **viennent** paître ici, abreuver leur bétail et on partage un bon thé ensemble puis ils partent, on n'a pas de problèmes avec eux.

Partie : Téss, Nombre de contextes : 9

Ici, il n'y a pas de problèmes de surpâturages, les problèmes ici, ce sont les feux de brousse. Même si les troupeaux **viennent** d'ailleurs.

Il y a des agents qui **viennent** de Labgar, de Widou pour combattre les feux avec des citernes.

Beaucoup, ils **viennent** du Sénégal, du Mali. Ici, il y en a qui **viennent** du Walo , de Dakar , de Mbour . Ce sont des gens qui **viennent** plutôt ici pour chercher un travail en tant que berger.

Le pays est pour tout le monde, ça appartient à tout le monde, les mauritaniens **viennent** ici avec leurs bétail, personne ne chasse personne. Ils **viennent** ici avec beaucoup de moutons, beaucoup de chameaux, et concernant l'usage du forage, ils payent tous les même prix que comme tout le monde.

Ici ils **viennent** juste prendre de l'eau au forage et l'amenée au campement quant aux bœufs, ils vont tous seuls dans les pâturages sans que personne ne les suive.

Oui il y en a qui passent par ici, ils quittent le pays Fouta pour partir dans le Saloum, il y en a qui **viennent** par ici et vont en direction du Saloum.

10.1.4.2 Stratégies d'adaptation des agropasteurs du Ferlo

Préalablement à l'étude des stratégies d'adaptation dans le Ferlo, nous avons abordé dans les sections précédentes, les principales perceptions qui guident les pratiques des différents acteurs dans le Ferlo. Certains éléments qui structurent les représentations des agropasteurs à propos de leurs ressources ainsi que de leurs activités ont été mis en évidence. Il s'agit entre autres de la question des feux de brousse récurrents qui détruisent les pâturages, et des pannes de forages qui sont au centre des préoccupations. Ainsi, en partant de ces perceptions sur l'évolution des ressources et des activités pastorales, nous nous demanderons dans ce qui suit si les pratiques et les stratégies d'adaptation des éleveurs ont elles-mêmes changé significativement lors de ces dernières décennies.

a) La mobilité pastorale : une réponse aux vulnérabilités d'origine climatiques et anthropiques

La mobilité pastorale est une stratégie d'adaptation très ancrée chez les agropasteurs notamment en cas de péjoration climatique. Ce constat vaut pour tous les agropasteurs et plus particulièrement pour les transhumants sahéliens. Cependant, les raisons qui poussent les agropasteurs à se déplacer peuvent être diverses. Dans le cas du Ferlo, parmi ces raisons, les feux de brousse constituent un facteur clé. D'après plusieurs agropasteurs rencontrés dans le Ferlo en 2010, hormis les facteurs climatiques, les départs en transhumance sont souvent précipités par le déclenchement d'un feu de brousse.

Dans ce contexte, parmi les stratégies d'adaptation mises en place par les agropasteurs, figure une mobilité pastorale qui fait suite aux déclenchements de feux de brousse. En dehors des feux de brousse, les pannes de forage et en dernier lieu la péjoration climatique sont aussi des facteurs qui influent sur les dates de départ pour la transhumance. Dans un tel contexte, les circuits de transhumance ont connu des évolutions avec notamment une réorientation des flux.

b) La réorganisation des flux de transhumance dans le Ferlo

Dans le contexte actuel, la diversité des contraintes conduit à des réadaptations voire à des modifications multiples de la transhumance. Ces modifications concernent les itinéraires de transhumance, les dates de départ, les dates de retour, les modes de conduite du bétail. Par ailleurs, dans le Ferlo, le besoin en terres nouvelles cultivables est très fort. Cette pression agricole sur les terres a eu des effets importants sur la transhumance. On examine dans ce qui suit comment se traduit spatialement la réorganisation des circuits de transhumance dans le Ferlo. Ces dernières années, le développement de l'agriculture a connu une très grande ampleur notamment dans la vallée du fleuve Sénégal. Or, l'augmentation des surfaces dédiées aux cultures de décrue ainsi qu'aux cultures irriguées se fait au détriment d'espaces autrefois dédiés à l'élevage. La riziculture, le maraîchage, la

culture de la canne à sucre, le maïs sont entre autres les principales cultures développées dans cette zone **(Figure n°10.10 et n°10.11)**.

A- Champs de maïs, Région de Matam (Vallée du fleuve Sénégal), Novembre 2010

B- Parcelles de Haricot, Région de Matam (Vallée du fleuve Sénégal), Novembre 2010

Figure n°10. 10: Espaces agricoles dans la vallée du fleuve Sénégal et dans le Ferlo, A-B, (Source : Marega et Fall, 2010)

C- Rizières, Tiguéré Ciré, (Vallée du fleuve Sénégal), Novembre 2010 Novembre 2010

D- Champs d'arachide et de mil, à Dendielli Gueli, (Ferlo centre), Octobre 2010

Figure n°10. 11: Espaces agricoles dans la vallée du fleuve Sénégal et dans le Ferlo, C-D, (Source :Marega et Fall, 2010)

Au sud-ouest du Ferlo, le bassin arachidier croît au détriment d'anciens parcours. L'intensification de la culture arachidière dans cette zone, a eu comme conséquence un appauvrissement des terres. Cet appauvrissement généralisé des terres a conduit à la conquête et à l'exploitation de nouvelles terres, et donc à une extension de la culture arachidière vers le nord d'autant que l'augmentation des pluies depuis les années 1990 a favorisé cette extension et le sud. Ce bassin représente 57% des terres arables du pays et offre près des 2/3 de la production agricole nationale. Les principales cultures sont le mil et l'arachide. Ainsi, on assiste à un rétrécissement des espaces pastoraux du Ferlo à la fois au nord, à l'est et au sud. Une telle pression sur l'espace accentue les conflits entre agriculteurs et éleveurs. Les agriculteurs, de leur côté, accusent les éleveurs de ne pas suffisamment contrôler le bétail qui divague dans les champs. Les éleveurs, pour leur part, se plaignent de la réduction de leur espace pastoral par la mise en culture des terres de parcours.

Pour s'adapter à cette nouvelle situation, les éleveurs transhumants procèdent à une réorganisation et une réorientation de leurs axes de transhumance. D'une transhumance qui se faisait du nord vers le sud, en particulier lors des grandes crises climatiques des années 1970, on passe à une transhumance qui s'oriente de plus en plus, d'après les dires de nos interlocuteurs, en direction du Sénégal oriental **(Figure n°10.12)**. Cette partie du pays semble représenter un fort potentiel pour les transhumants à la recherche de ressources pastorales. On peut comprendre l'attractivité du Sénégal oriental comme terres de pâture car, au fil des années, cette région a connu un abandon des terres agricoles qui s'est traduite par un enfrichement et donc une reprise du couvert végétal[53]. Un tel potentiel fourrager ainsi que le peu de contrainte dans les déplacements des troupeaux en raison même de cette déprise agricole jouent en faveur de cette nouvelle orientation des flux de la transhumance.

[53] Nous avons vu plus haut sur les cartes de l'occupation du sol réalisées à l'aide de la télédétection **(*cf.* figure n° 6.1)** cette tendance à la reprise du couvert végétal dans le Sénégal oriental.

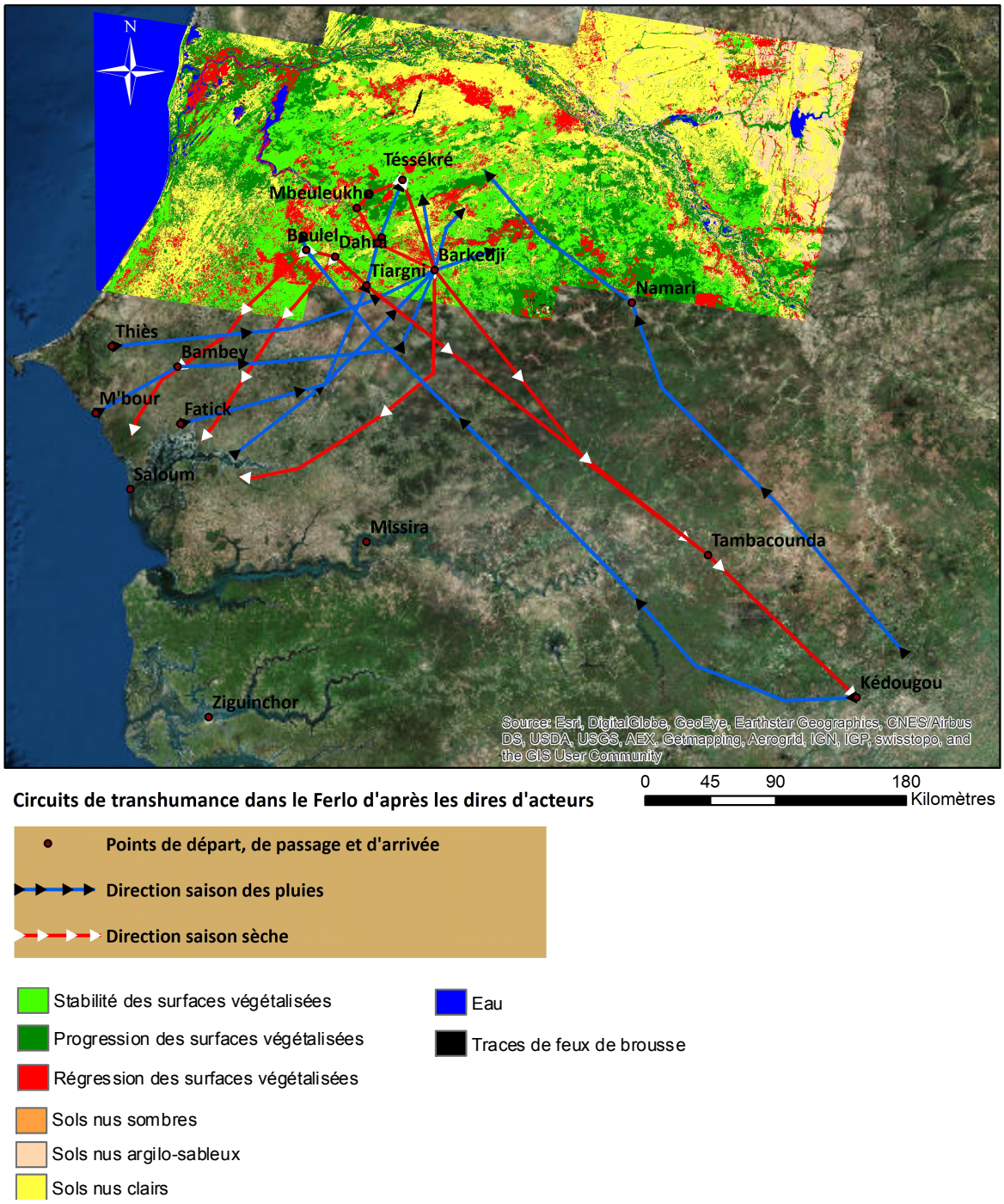


Figure n°10. 12: Evolution des flux de transhumance dans le Ferlo (d'après des enquêtes menées en 2010)

Un tel mode d'adaptation des éleveurs du Ferlo pose, en retour, la question du devenir de l'élevage extensif et de ses capacités à tirer bénéfice de l'amélioration des conditions climatiques au Sahel. Les tendances actuelles montrent que de plus en plus un système intégré se met en place avec le développement généralisé de l'agropastoralisme.

L'étude des ressources et les activités agropastorales dans le Ferlo à travers nos enquêtes montre que ce sont, avant tout, les impacts des activités anthropiques (feux de brousse, pannes des forages) qui structurent les perceptions. Ces modes de perceptions guident les pratiques dans un contexte socio-environnemental en changement. Les capacités des activités d'élevage à tirer profit du nouveau contexte se traduisent par une réorientation des flux de transhumance en direction du Sénégal oriental. Ces flux viennent s'ajouter à la transhumance à en direction du Saloum de plus en plus entravé par l'extension des surfaces cultivées.

Par ailleurs, les fêtes religieuses comme la Tabaski, ou le Magal[54], constituent pour l'ensemble des éleveurs du Ferlo une importante période de dynamisme économique. Aux éleveurs traditionnels, s'ajoutent de nouveaux acteurs économiques qui se déploient dans l'élevage et le commerce des animaux (Ninot, 2010). Le développement des spéculations sur les moutons de la Tabaski (aussi bien au Mali qu'au Sénégal), les bœufs et moutons dans le cadre du Magal (spécifiquement au Sénégal), impulsent un dynamisme qui accroît la pression sur les ressources pastorales et la concurrence entre les éleveurs traditionnels et les « nouveaux acteurs ». Dans le cas du Ferlo, outre l'approvisionnement de la ville de Dakar, la demande en moutons et bœufs de la ville de Touba est sans cesse croissante. Cette forte demande, combinée aux spéculations, peut avoir des répercussions sur les trajectoires futures du pastoralisme dans le Ferlo. Dans les futurs travaux, il serait intéressant d'étudier les dynamiques qui s'opèrent dans les interactions entre le milieu urbain et le milieu rural par rapport à cette tendance.

En outre, dans la volonté affichée par les pouvoirs publics sénégalais d'atteindre l'autosuffisance alimentaire à l'horizon 2017, de nombreux changements sont à observer en termes de dynamiques rurales et de mutations entre les espaces du Ferlo et ceux du bassin arachidier. Une extension du bassin arachidier vers le nord grâce notamment à une amélioration des conditions pluviométriques qui semble permettre cette migration de la limite des cultures vers le nord (Fall, 2014 ; Descroix *et al*., 2015). Par ailleurs la production de riz pluvial gagne le bassin arachidier qui devient progressivement ce que l'on peut appeler un bassin agricole. La mise en place de projets tels que le PRODAC (Programme des domaines agricoles communautaires) qui vise en mettre en valeur 30 000 hectares de terres au profit des jeunes dans le domaine agricole participe à ces restructurations entre l'espace ferlien et le bassin arachidier. Tous ces éléments concourent à une mise en place généralisée de l'agropastoralisme, aujourd'hui seule perspective du devenir des espaces agricoles dans cette zone sahélienne du Sénégal.

[54] Magal : Fête religieuse de la communauté mouride qui commémore le départ en exil du fondateur de la confrérie au Gabon. A cette occasion convergent les mourides du Sénégal et de l'étranger vers la ville de Touba.

10.2 Analyse des résultats d'enquêtes dans le Gourma

Dans cette section, nous exposons les résultats des enquêtes de terrain effectuées auprès des agropasteurs du Gourma. Nos analyses mettent en lumière les éléments structurant les perceptions ainsi que les pratiques des acteurs locaux dans cette région. Par leurs fréquences et leurs évocations systématiques lors de nos entretiens, il apparait nettement que les mares et la question de la vulnérabilité climatique sont les éléments qui structurent, façonnent les perceptions et guident les pratiques des pasteurs et agropasteurs du Gourma.

10.2.1 Caractéristiques générales du corpus d'entretiens du Gourma

Le corpus du Gourma est constitué d'une trentaine d'entretiens semi-dirigés couvrant dix villages. Ces entretiens ont été articulés autour de la même grille d'enquête que dans le Ferlo. Les thématiques de cette grille concernent les activités pastorales et agricoles, l'usage et l'évolution des ressources pastorales, les perceptions des changements, les pratiques et stratégies d'adaptation.

Les caractéristiques générales du corpus Gourma sont résumées dans le **tableau n°10.12**. On dénombre 4 239 formes avec plus de 47 000 nombre d'occurrence. L'analyse de ces décomptes globaux par acteur **(tableau n°10.13)** indique une forte prépondérance des entretiens réalisés auprès des agropasteurs dont l'activité d'élevage est dominante avec 24 342 occurrences et 2 562 formes dans le corpus. A cette catégorie on peut aussi ajouter les éleveurs nomades, les pasteurs transhumants ainsi que les bergers avec respectivement 485, 449 et 526 formes dans le corpus. Cette catégorie d'acteurs est essentiellement composée de peuls. Les agropasteurs dont l'activité principale est l'agriculture occupent également une place importante dans les enquêtes effectuées au sein du Gourma. Ainsi, on dénombre 6 788 occurrences avec 1 347 formes dans cette catégorie d'acteurs. Les acteurs concernés sont principalement du groupe ethnique songhay. Nous avons également recueilli des informations auprès d'acteurs institutionnels tels que les agents des Eaux et Forêts, les vétérinaires et les chefs de village. Ces caractéristiques statistiques du corpus nous éclairent sur les résultats exposés dans les lignes suivantes.

Tableau n°10. 12: Caractéristiques générales du corpus Hombori

Nombre d'occurrences	47962
Nombre de formes	4239
Nombre d'hapax	2152
Fréquence maximale	1548

Tableau n°10. 13: Décomptes globaux de la variable « Acteur » du corpus Hombori

Partie	**Occurrences**	**Formes**	**Hapax**	**Fréq.max**	**Forme**
Agropasteur-A	6788	1347	730	241	les
Agropasteur-E	24342	2562	1248	767	de
P-transhumant-B	1153	449	283	43	à
Berger	1571	526	301	54	les
Nomade	1436	485	275	53	je
Vétérinaire	7422	1526	853	233	de
Agents-Eaux-Forêts	790	313	192	36	de
Chef-village	4460	1066	642	158	de

10.2.2 Perceptions des ressources pastorales par les agropasteurs du Gourma

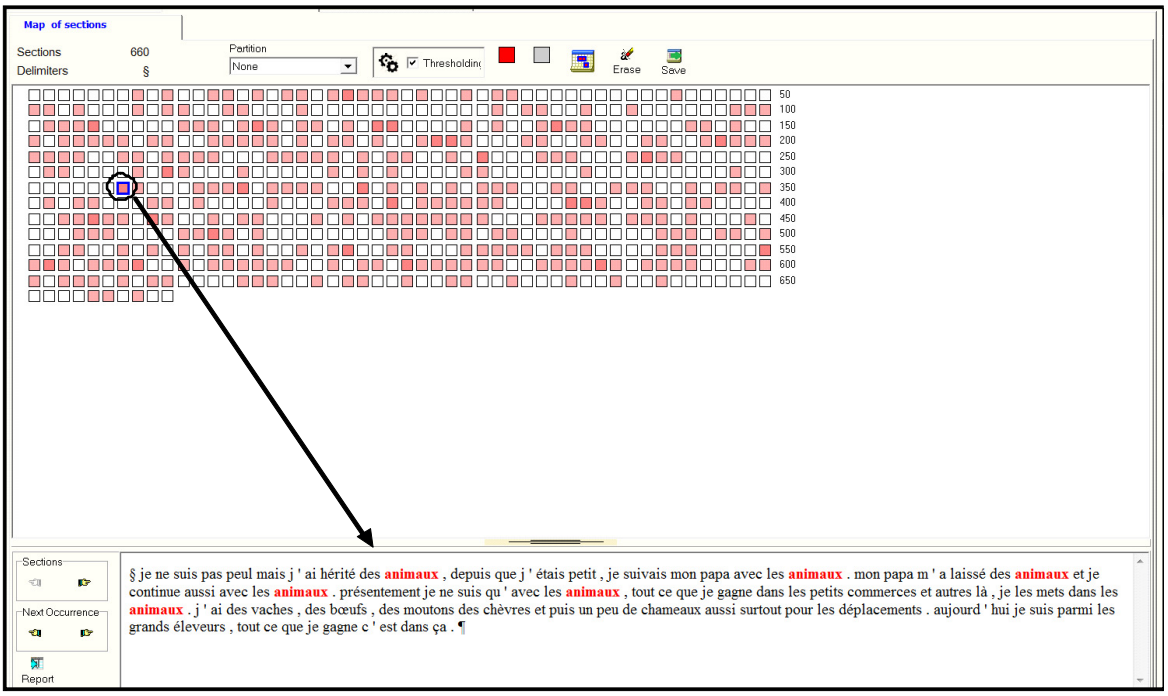
Le **tableau n°10.14** montre les fréquences ainsi que les indices de spécificités d'un ensemble de termes ventilés sur la partition acteurs du corpus. Ces fréquences et indices de spécificités montrent la structure du discours autour des formes (mots) qui renvoient aux activités agropastorales. Premièrement, on remarque dans ce tableau de fréquences, l'utilisation très fréquente du terme « *animaux ».* Bien évidemment, ce terme fait référence aux animaux d'élevage, évoqués de façon générale sans distinction d'espèces. Cela peut se comprendre à travers la structure des activités d'élevage dans le Gourma où les espèces composant les troupeaux peuvent varier contrairement à d'autres régions comme le Ferlo où l'élevage bovin reste dominant.

Tableau n°10. 14: Fréquences et indice de spécificités sur la partition acteurs

Termes	Fréquences globales	Fréquences par partie	Spécificités
L'aliment	102	101	13
Animaux	577	494	13
Bétail	145	139	13
Pâturages	147	134	8
Obligé	86	81	7
Périodes	47	47	7
Activité	86	80	6
Loin	61	57	5
Déplace	39	38	5
Herbes	44	42	5
Mares	69	60	3
Peuls	27	7	-7
Transhumants	11	1	-6
Hombori	72	38	-5
Agriculteurs	11	2	-5
Village	49	24	-5
D'eau	76	42	-4
Manque	58	31	-4
Problèmes	54	30	-3

En termes d'analyse des perceptions, l'originalité de cette expression a été révélée par l'analyse de la carte des sections **(Figure n°10.13)**. Le résultat montre que ce mot est très fréquemment utilisé pour exprimer une possession, un attachement, un lien fort entre le propriétaire et son bétail**.** Par ailleurs, à travers l'analyse des spécificités du terme « *animaux* » **(Figure n°10.14)** ainsi que de l'ensemble des cooccurrences, c'est-à-dire des mots qui accompagnent le plus souvent le terme « *animaux* », nous avons mis en évidence l'existence d'une diversité dans les mots utilisés par chaque traducteur pour désigner les espèces**.** Une étude basée sur les entretiens traduits et le corpus transcrit en langue vernaculaire nous montre qu'il n'y pas de confusion entre les termes qui semblent désigner tout ou partie d'un ensemble composite. Nous reviendrons sur cet alignement entre les deux corpus dans la section dédiée à la comparaison entre les deux régions **(section 10.3).**

A



B

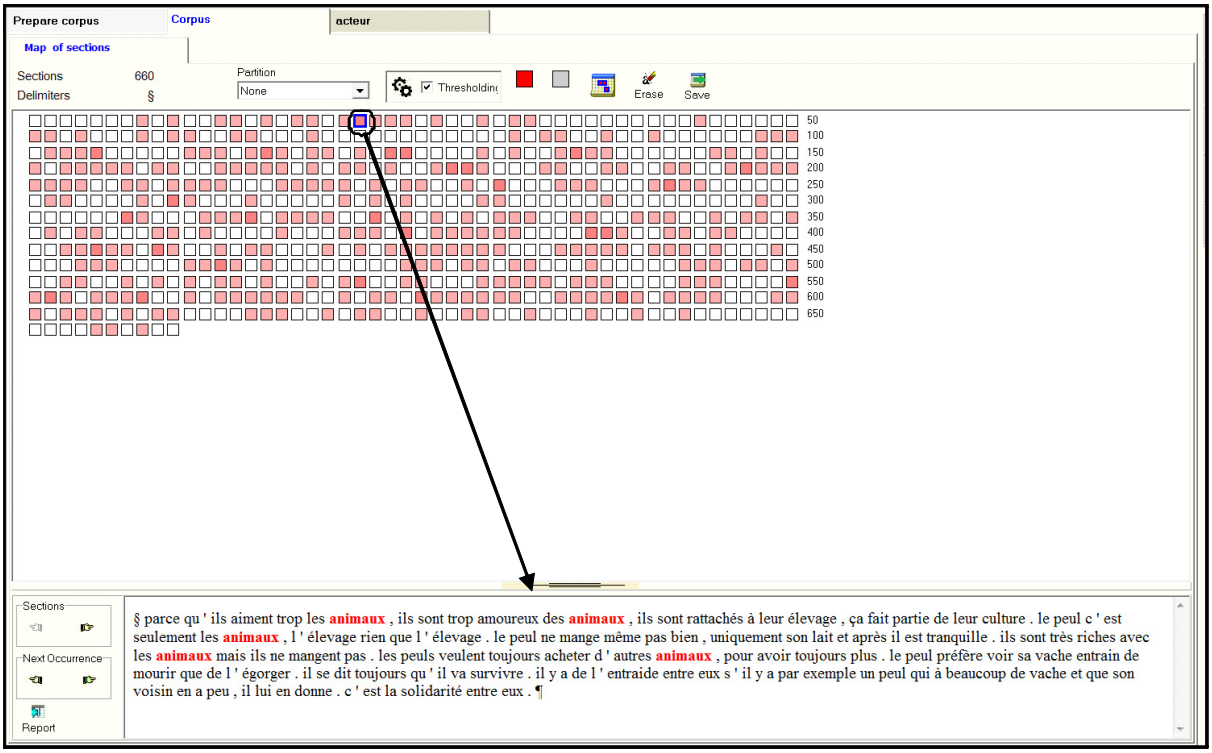


Figure n°10. 13: Répartition de la forme « Animaux » dans la carte des sections, A-B

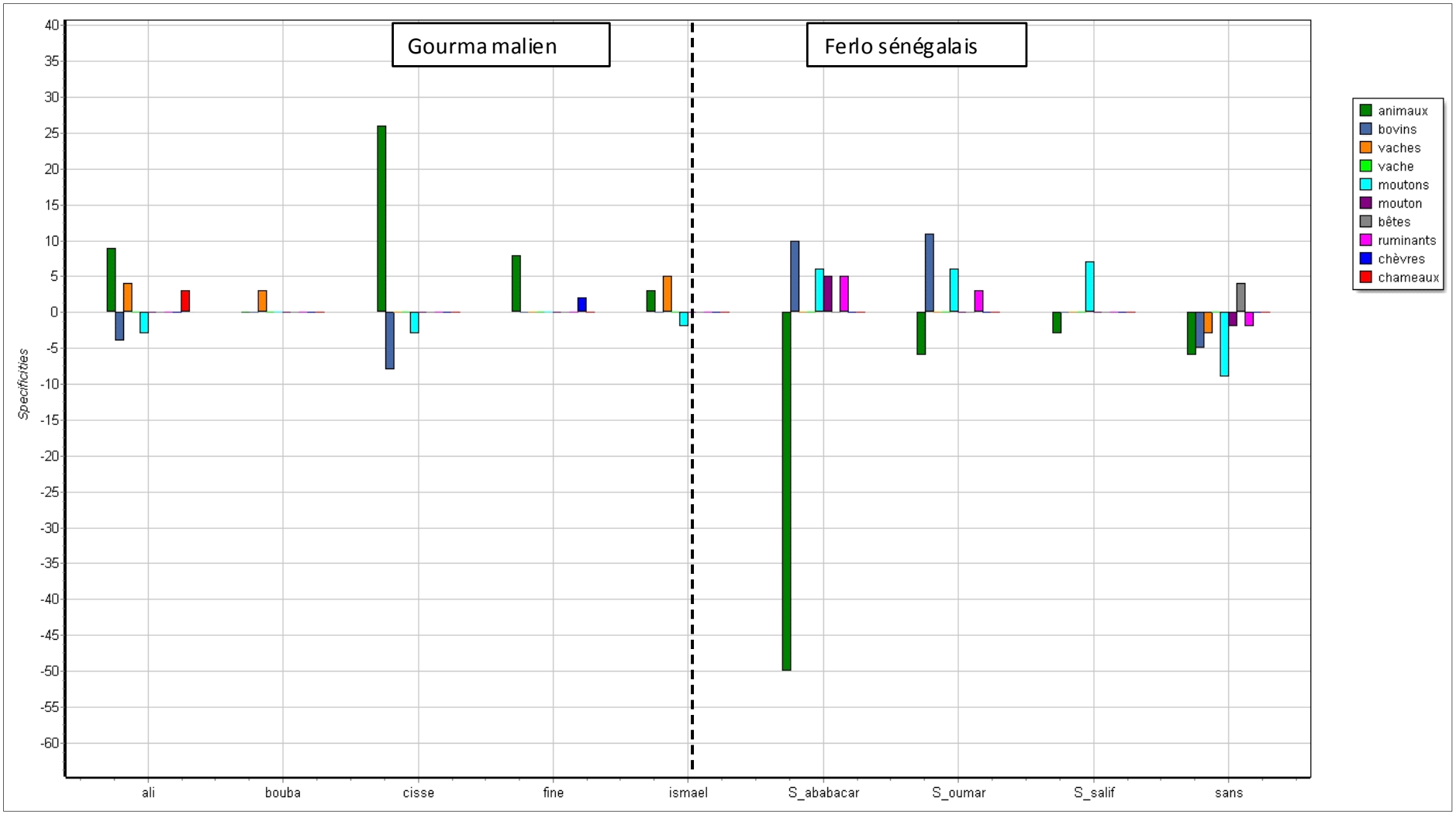


Figure n°10. 14: Spécificités lexicales de la forme « Animaux » par traducteur

Dans un deuxième temps, en se focalisant sur les ressources pastorales, on remarque que le discours est centré sur les *pâturages, les herbes et les mares*. Ces formes qui structurent le discours renvoient à des perceptions et représentations mais aussi à des caractéristiques propres aux différentes activités. Pour les différents groupes agropasteurs, les pâturages constituent le socle de leurs activités. Ces pâturages composés essentiellement d'eau et d'herbe sont indispensables à la tenue des activités agropastorales. Une analyse des spécificités en fonction de la localisation des villages montre qu'il existe une variation de l'emploi des termes suivants *: herbe, fourrage, arbres, forêt* selon les localités **(Figure n°10.15).**

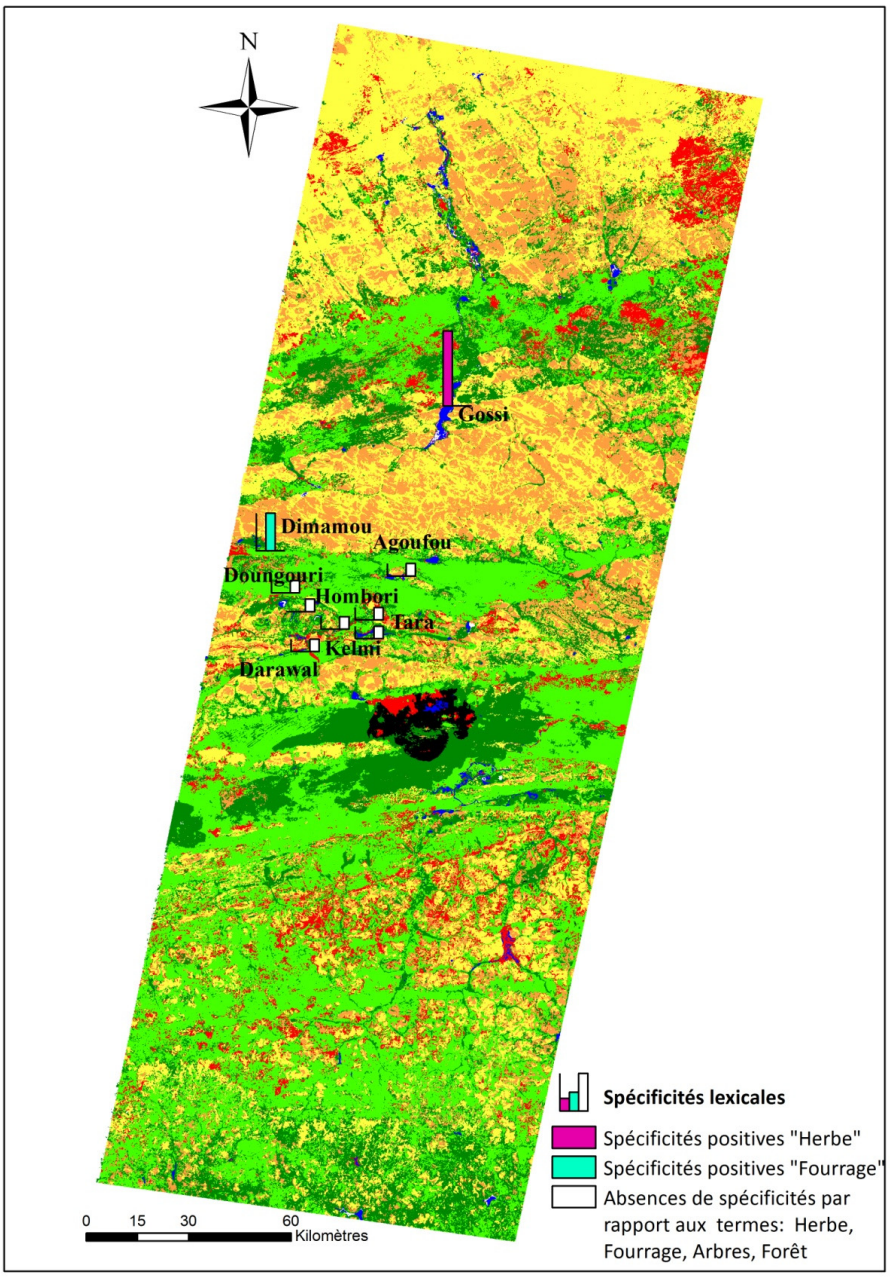


Figure n°10. 15: Spatialisation des spécificités lexicales relatives aux ressources pastorales suivantes: Herbe, Fourrage, Arbres, Forêt

C'est à Gossi, localité la plus septentrionale de la zone d'étude, située à 90 kilomètres de Hombori, que l'on enregistre les spécificités positives les plus importantes notamment autour de la forme *« herbe ».* La deuxième spécificité positive concerne la forme *« fourrage »* notamment dans la localité de Dimamou. Ces spécificités positives peuvent s'expliquer par la présence dans ces deux localités, d'importantes zones humides notamment autour des mares de Gossi et Dimamou. Ces zones humides sont caractérisées par une présence quasi-permanente de ressources végétales lesquelles sont de première importance pour les activités agropastorales. Contrairement à d'autres espaces caractérisés par le caractère variable de la présence de végétation suivant la saison ou les conditions climatiques de la période, les ressources végétales présentes à Gossi et Dimamou se particularisent par leur stabilité et leur présence prolongées durant plusieurs mois. L'analyse des spécificités nous montre également qu'il n'y a pas de différenciation spatiale marquée dans l'emploi des termes *arbres et forêt*.

S'agissant de la ressource en eau dans le Gourma, les mares constituent des points d'eau temporaires voire permanents qui sont à la fois au centre des représentations de l'espace du Gourma et des dispositifs d'approvisionnement en eau. En l'absence de ces mares, une grande partie des activités agropastorales serait impossible. La perception de la ressource en eau est donc structurée autour de la question des mares et des puits dans le Gourma **(Figure n°10.16).**

Figure n°10. 16: Points d'eau et activités agropastorales dans le Gourma (Source : Marega et Lemoine, décembre 2009)

Par ailleurs, pour comprendre les différenciations spatiales à travers les discours, nous avons étudié la répartition des caractéristiques lexicales notamment à travers une analyse factorielle des correspondances fondée sur la partition du corpus par localité. A ce titre, nous avons étudié les différents groupes de mots qui représentent des spécificités rattachées aux différentes localités **(Figure n°10.17).** On remarque qu'en dehors du village de Hombori (chef-lieu de la commune de Hombori), on observe une convergence du discours quel que soit le lieu d'enquête. Les champs lexicaux des différentes localités se structurent autour de l'état des pâturages, des ressources naturelles pastorales, et des stratégies d'adaptation par l'intermédiaire des compléments alimentaires et de la mobilité pastorale. L'AFC montre également une présence importante d'expressions temporelles telles que : *pendant, périodes, parfois*. Ces expressions soulignent l'aspect changeant de l'état des pâturages et plus généralement des ressources pastorales qui conditionnent les parcours.

Concernant le village de Hombori (chef-lieu de commune), l'AFC montre que le discours est davantage structuré autour des problèmes de gestion et de gouvernance au sein de la commune : gestion de groupement d'éleveurs autour des coopératives d'éleveurs, gestion des rapports entre éleveurs locaux, agriculteurs, et transhumants. Après avoir étudié le discours autour des ressources pastorales, nous tenterons d'analyser, dans ce qui suit, les caractéristiques des perceptions de la vulnérabilité des ressources.

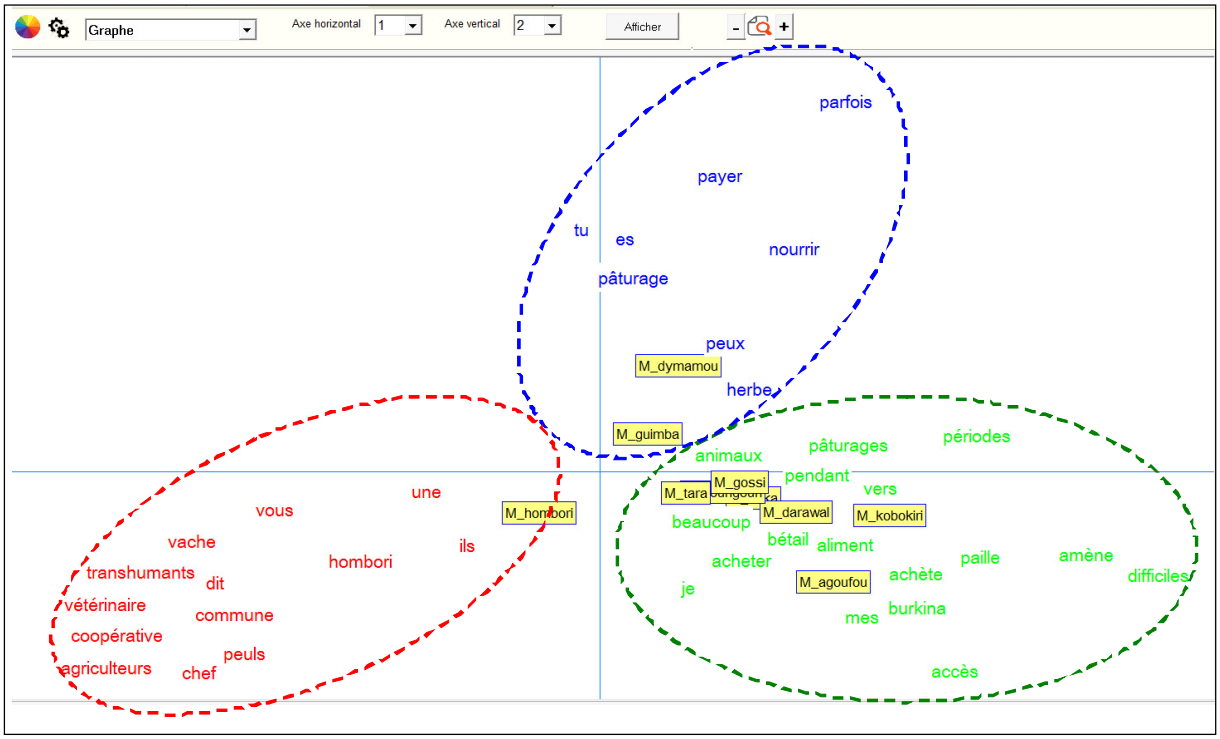


Figure n°10. 17: AFC sur les discours par localité

10.2.3 Perceptions de la vulnérabilité des pâturages par les agropasteurs du Gourma

Dans ce paragraphe nous nous attacherons à comprendre les éléments de perception en rapport avec la vulnérabilité des ressources pastorales. Compte tenu des changements socio-environnementaux observés, cerner les perceptions permet de mieux comprendre les dynamiques rurales en cours. Ces dynamiques sont à analyser à travers l'étude des pratiques et stratégies adaptatives.

L'analyse textométrique du corpus a permis de détecter la signature lexicale qui structure le discours sur la vulnérabilité dans le Gourma. Plus spécifiquement, l'étude des concordances montre que les perceptions des pasteurs et agropasteurs du Gourma sont ordonnées par l'évocation presque systématique du mot « sécheresse » **(Tableau n° 10.15).** Les personnes enquêtées utilisent très souvent ce mot pour désigner le principal facteur de vulnérabilité des ressources pastorales *(eau, fourrage)* ainsi que les difficultés qui en découlent. La pluie étant une composante climatique essentielle dans l'étude des agro systèmes tropicaux (Penning de Vries et Djiteye, 1982). Sa perception, en termes d'abondance ou de sécheresse, permet aux pasteurs et agropasteurs locaux d'adopter des pratiques qu'ils jugent adaptées à un contexte précis.

Tableau n°10. 15: perception de la vulnérabilité d'origine climatique dans le Gourma, concordances autour du mot « sécheresse »

L'aliment bétail, dans le temps, il n'y avait pas ça, quand il y avait **sécheresse**, les animaux mouraient seulement. Maintenant le problème est seulement sur les maladies.

Dans le passé ça va il y avait pas de maladie, pas de **sécheresse**, les gens gagnaient beaucoup quand ils cultivaient. Ils n'avaient pas besoin de vendre. Nous les commerçants de bêtes c'est pendant les périodes de **sécheresse** que nous aussi nous faisons de bons marchés parce que les éleveurs, ils ont peur.

Vous trouverez qu'il y a des poches de **sécheresse** par-ci par-là, mais quand il n'y a pas assez de pâturages naturels ils viennent. ça faisait longtemps que les animaux ne se sont pas déplacés depuis la dernière **sécheresse** en 1985 mais par contre en 2008 là, il y a eu une **sécheresse**, les animaux se sont déplacés.

Il y a 4 ans de cela, nous avons connu une autre grande **sécheresse**. Pendant ces périodes, c'est avec l'aliment bétail, on vend des têtes.

Avant c'était la forêt tu n'as même pas besoin d'aller loin. Il y a la **sécheresse** mais il y a aussi l'action des hommes sur l'environnement. C'est au point mort, il y a beaucoup de problèmes, beaucoup de maladies, il y a la **sécheresse**, quand on cultive ça ne suffit pas pour nourrir la famille.

Présentement il y a la maladie qui tue, il y a la **sécheresse** qui tue et en même temps on vend des animaux pour nourrir le reste des animaux. S'il ne pleut pas il n'y aura pas d'herbe. Le manque d'arbre est lié à la **sécheresse**.

C'est fini l'animal n'est plus conduit, alors ça fait partie, ça aide la **sécheresse**. Quand l'animal ne bouffe pas suffisamment journellement, il dépérit. Les années 1973 et 1985 ont été particulièrement difficiles à cause de la **sécheresse**. Pendant ces périodes, pour s'en sortir on était obligé d'aller en ville pour travailler.

Aujourd'hui les arbres sont morts à cause de la **sécheresse**. Il y a beaucoup d'arbres qui sont morts à cause de la **sécheresse**. Ce sont des arbres qui ne sont pas très grands, ils peuvent les manger directement.

Ces herbes ne sont plus présentes à cause de la **sécheresse**, tous les changements sont liés à la pluviométrie.
Il y a même des fois où les herbes à force de mourir à plusieurs reprises à cause de la **sécheresse**, même s'il pleut après elles ne vont plus repousser, elles disparaissent.

La **sécheresse** a beaucoup sévit dans les zones de Kidal, Nioro, Ménaka. On ne pouvait pas prévoir ça, tu es obligé maintenant de faire le stock, acheter l'aliment bétail. Souvent c'est la **sécheresse**, souvent c'est la maladie qui fait que le troupeau baisse. Il y a des années de baisse et des années de hausse.

Ça n'a rien servi parce que les animaux qui étaient là ont été complètement rasés par la **sécheresse**, c'est à dire qu'ils manquaient totalement de quoi à manger. Pendant la **sécheresse** on s'informe s'il y a de bons pâturages pour se déplacer, s'il n'y en a pas on reste ici.

Beaucoup de ces arbres sont morts à cause de la pluie, la **sécheresse**. Il y avait beaucoup d'eau et beaucoup d'arbre dans le passé. Sinon la **sécheresse** il y a un peu de solution parce qu'on peut acheter de l'aliment bétail.
Il y a eu d' abord la première **sécheresse** en 1973, puis en 1985. On perdait jusqu' à 90% du cheptel.
En 2008 là, il y a eu une **sécheresse**, les animaux se sont déplacés. Actuellement il ne reste que l'herbe blanche.

Dans cette perception de la vulnérabilité d'origine climatique, la sécheresse est l'élément clé qui conditionne la disponibilité des ressources végétales et des ressources en eau. Cette sécheresse est caractérisée d'après les pasteurs et agropasteurs par d'importantes irrégularités sur le plan pluviométrique. Une analyse des concordances de la forme *« Pluies »* **(Tableau n° 10.16)** met en avant cette question de l'irrégularité des pluies. Cette irrégularité d'une année à l'autre semble prendre de l'importance avec le temps *(voir les extraits*

d'entretien ci-dessous). Elle peut être dramatique pour l'agriculture tout comme pour l'élevage d'où l'importance des « pluies utiles ». Ces pluies utiles font référence à la bonne répartition spatio-temporelle des pluies pendant l'hivernage.

« *Souvent ça va souvent ça ne va pas [.....] On a de très grandes difficultés, on ne peut pas prédire le temps, on fait des sacrifices, mais on ne peut pas savoir en début de saison s'il va bien pleuvoir ou pas. Tout dépend de la pluie. Cette année on avait peur au début mais à la fin c'était bon. Il a plu cette année jusqu'à ce que beaucoup disent qu'ils ne veulent plus de la pluie parce que ça leur gâte le mil. Il y a des années où le mil sèche sur pied* » Extrait d'un entretien avec Hama Ousmane Maïga, le 03 /12/2009 à Hombori.

« Ça dépend, il y a des années où ça va très bien, il y a des années où ça baisse. Pour moi cette année, ça va par rapport à l'année dernière car c'était trop dur » Extrait d'un entretien avec Ousmane Moussa Meykouba, le 09/12/2009 à Ouatagou (Tara).

« Je sais seulement que c'est le manque de pluie… soit il pleut beaucoup ou pas » Extrait d'un entretien avec Maïga, le 09/12/2009 à Ouatagou (Tara).

Dans cette perception de la vulnérabilité des ressources vis-à-vis du climat, c'est l'incertitude qui influence les prises de décision au niveau des pratiques. Chez certains agropasteurs, lorsque l'incertitude devient très forte, ils préfèrent ne pas cultiver en optant pour l'achat des vivres plutôt que d'acheter des semences qui risquent d'être perdues. D'autres préfèrent opter pour une plus grande mobilité, une vente anticipée d'une partie du bétail ou encore l'achat précoce de compléments alimentaires[55] en vue de palier à d'éventuels déficits des pâturages naturels. Nous y reviendrons dans la section dédiée à l'étude des stratégies d'adaptation **(section 10.2.4).**

[55] Le complément alimentaire, généralement appelé tourteau par les éleveurs que nous avons rencontrés, est un aliment pour le bétail fabriqué à partir du tourteau de coton. La production de coton étant très importante au Mali, la disponibilité des graines de coton est un potentiel important pour la transformation ce produit en aliment pour le bétail.

Plusieurs industries se sont spécialisées dans ce domaine au niveau national. En fonction de la structure des prix et du pouvoir d'achat des éleveurs, ces compléments alimentaires font l'objet d'un commerce régional assez important. Les compléments alimentaires produits au Mali sont partiellement exportés vers la Mauritanie et le Sénégal. Des banques d'aliments du bétail ont été conçues sur le modèle des banques de céréales. Les stocks mis à disposition des éleveurs dans ces banques de compléments alimentaires (aliment de bétail), représentent des volumes réduits par rapport à la demande. Par ailleurs, les fluctuations des cours du coton peuvent avoir des impacts directs sur les prix de ces compléments alimentaires.

Tableau n°10. 16: perception de la vulnérabilité d'origine climatique dans le Gourma, concordances du mot « pluie »

Partie : Hombori, Nombre de contextes : 16

Ici, l'herbe ça pousse vite, avec deux bonnes **pluies** seulement c'est bon.

Je pense que ça va aller avec les bonnes **pluies** ces derniers temps.

Pendant le mois d'août normalement c'est la pluie, mais ici à Hombori souvent c'est que du vent.
Les trois à quatre bonnes **pluies** sont largement suffisantes pour l'élevage.

Pendant la saison des **pluies**, je suis dans le Mondoro.

Si l'on a un seul barrage au pied de cette dune (Korji), c'est largement suffisant parce que l'eau des **pluies** rentre là-bas et tout ce qui vient du haut rentre au pied de la dune.

Je suis venu à Sombangou, la saison des **pluies** m'a trouvé là-bas, après la saison des pluies,
J'ai contourné le mont Hombori pour venir à Darawal.

Nous, on n'a jamais prévenu…néanmoins il y en a qui font un peu de stockage de fourrages après la saison des **pluies**, on n'a pas vraiment de lieux de stockage non plus donc on ne peut pas faire du stockage en grande quantité.

Ça dépend de la saison des **pluies** si la saison est bonne ça va.

L'année dernière j'étais à Gossi, j'ai quitté là-bas avant que la saison des **pluies** ne commence, je suis venu à Sombangou.

Mais depuis 1973 les **pluies** n'ont pas été comme on le souhaite mais cette année, dieu merci ça va.

Il y a beaucoup de chose qui font que les **pluies** aujourd'hui deviennent rares et souvent mal réparties,
mais nous on n'en sait pas trop. Aujourd'hui ils parlent de changements climatiques.

A un moment donné il ne pleuvait pas du tout, les gens au lieu d'acheter des semences et les utiliser
tout en sachant que les **pluies** ne sont pas bonnes, d'autres ont préféré ne pas cultiver et acheter directement le mil.

Chaque année les premières **pluies** nous perdons beaucoup de têtes, c'est dû au froid sur les bêtes faibles

En complément de l'analyse textométrique, l'analyse classique de contenu montre que la perception de la vulnérabilité des ressources fourragères est évoquée à la fois en termes de quantité et de qualité par les agropasteurs qui se consacrent essentiellement à l'élevage. D'après eux, la période actuelle est marquée par des ressources fourragères moins riches en termes de qualité nutritive et moins importantes en termes de densité par rapport à celles du passé. Les pâturages actuels sont dominés par des espèces telles que : *Raneeriiwo (Aristida mutabilis) ; Paguri (Panicum laetum) et Kebe (Cenchrus Biflorus-Cram-cram)* **(Figure n°10.18).** D'après les personnes enquêtées ces espèces sont moins nutritives que celles qu'ils trouvaient auparavant dans les pâturages. *A contrario*, la perception des changements de l'état des pâturages montre que certaines espèces végétales à forte valeur nutritive ont régressées voire disparues à cause du manque de pluie. Parmi ces espèces, les plus citées sont : *Gringal (Pennisetum pedicellatum) ; Tchiami (Pterocarpus lucens) ; Kelli (Grewia bicolor) ; Tiréhi (Boscia salicifolia)* **(Figure n°10.19).**

Aristida Mutabilis (Source: http://www.jircas.affrc.go.jp/)

Panicum Laetum (Source: http://www.jircas.affrc.go.jp/)

Pâturage à *Cenchrus Biflorus "Cram-Cram"* (Source: Marega, 2009)

Figure n°10. 18: Les espèces fourragères les plus fréquentes dans les pâturages du Gourma d'après les éleveurs enquêtés

Grevia Bicolor (Source: http://sophy.univ-cezanne.fr/sophy.htm/Mali/Plants)

Pterocarpus lucens (Source : http://sophy.univ-cezanne.fr/sophy.htm/Mali/Plants)

Boscia salicifolia Oliv (Source : http://www.westafricanplants.senckenberg.de/root/index.php)

Pennisetum pedicellatum (Source : http://herbierdumali.canalblog.com/)

Figure n°10. 19: Les espèces Fourragères de plus en plus rares, dans les pâturages du Gourma d'après les éleveurs enquêtés en 2009

Loin derrière la perception de la vulnérabilité d'origine climatique, quelques agropasteurs ont soulevé la question des feux de brousse. Ils sont cités par ces acteurs comme faisant aussi partie des causes de la dégradation du couvert végétal. Pour les uns, ce sont des feux accidentels. Pour les autres, ce sont des feux intentionnels déclenchés notamment au moment des passages des éleveurs transhumants venant du Delta Intérieur du Niger.

« Mettre du feu dans le but que la brousse, les herbes vont régénérer, cette pratique a été abandonnée depuis longtemps. Depuis les années 1960. Cette herbe qu'on brûlait pour qu'elle régénère bien et rapidement n'existe plus on l'appelait Sôbô. Ça n'existe plus maintenant. C'est une pratique très ancienne » Extrait d'un entretien avec Amadou Diallo, le 6/12/2009 à Gossi.

« Avant on brûlait pour que les herbes repoussent ce n'est plus d'actualité ici, c'est du passé, ce n'est pas justifié ici. L'herbe en question n'existe plus ici, une fois que tu mets du feu, la base reste, les souches restent et quand le feu part, elle régénère très bien, les animaux broutent ça très bien….mais ça c'est du passé. Cette herbe s'appelait Sôbô. Au jour d'aujourd'hui une fois que tu mets le feu dans la brousse, c'est une perte, les herbes ne vont plus bourgeonner, la terre ne va plus vraiment faire d'herbe, ça tue carrément » Extrait d'un entretien avec Oumar Diallo, le 05/12/2009 à Hombori.

Ainsi, à travers les analyses textométriques conjuguées avec des analyses de contenu, les grandes lignes qui structurent les perceptions des ressources ainsi que de leur vulnérabilité sont-elles mises en évidence. A partir de ces lignes directrices, la section suivante va aborder la perception des activités et les pratiques adaptatives mises en place face aux différents changements socio-environnementaux perçus dans le Gourma.

10.2.4 Perceptions des activités et stratégies d'adaptation des agropasteurs

Après avoir appréhendé les perceptions ainsi que les représentations des agropasteurs autour des principales ressources qui constituent le socle de leurs activités, nous allons analyser à la lumière de ces perceptions, les trajectoires des différentes activités agropastorales en termes d'adaptation face aux changements ainsi que des rapports de concurrence parfois conflictuels entre les différents acteurs. Dans un premier temps, nous étudierons la manière dont les agropasteurs perçoivent l'évolution de leurs activités quotidiennes. Dans un deuxième temps, nous analyserons les stratégies d'adaptation face aux différents changements socio-environnementaux qui caractérisent la zone d'étude.

10.2.4.1 Perceptions des activités et rapports sociaux entre agropasteurs

Dans un contexte où la perception dominante est marquée par des contraintes liées aux conditions climatiques, les différentes activités se trouvent directement impactées. D'après les agropasteurs locaux, la dégradation de la qualité des pâturages se conjugue avec un contexte caractérisé par une augmentation des troupeaux. De ce fait, les agropasteurs

dont l'activité dominante est l'élevage perçoivent leurs activités avant tout en terme de difficultés rencontrées pour nourrir leurs animaux. Ces quelques extraits de nos entretiens illustrent bien cette perception :

« Présentement c'est très dur, parce que chaque année, quand tu ne complètes pas avec l'aliment bétail, l'animal, va maigrir et mourir. Ces dernières années c'est au point mort. Avant on n'utilisait pas l'aliment bétail, les pâturages étaient plus riches, il y a des herbes qu'on ne trouve plus maintenant» Extrait d'un entretien groupé avec des éleveurs, le 9 décembre 2009 à Tara.

« Le problème quand même, maintenant on a plus de difficultés à faire nourrir les animaux parce que avant quand même il y avait suffisamment de pâturages, il n'y avait pas assez de troupeaux, ceux qu'on avait on n'arrivait à les nourrir, il y avait de l'eau et puis le pâturage…..maintenant le bétail a augmenté il y a moins de pâturage, il y beaucoup d'animaux tout ça là donc c'est des difficultés, avant on ne payait pas les tourteaux, ce n'est que dans les années 1990-1991 qu'on a commencé à en acheter.. Ça ce n'est pas facile pour nous, il faut vendre pour payer. Avant c'était uniquement la nourriture des gens au niveau de la famille, mais maintenant en plus de la famille, il y a les animaux à nourrir…….. Ce qu'on investit pour nourrir les animaux c'est plus que ce qu'on dépense pour la famille même » Extrait d'un entretien avec Hamidou Alou Dicko, agropasteur peul, à Dimamou, le 14/12/2009.

« Auparavant c'était plus facile d'élever aujourd'hui c'est plus difficile parce qu'il faut dépenser beaucoup. Avant les pâturages étaient riches, il y avait beaucoup d'herbe. Aujourd'hui dans les pâturages ils ne mangent plus que l'herbe raneeriiwo (Aristida mutabilis), sur la dune le kèbè (Cenchrus Biflorus-Cram-Cram)» Extrait d'un entretien avec Hamidou Alayeri, le 11/12/2009 à Darawal.

Ainsi, les perceptions de l'évolution des activités face aux changements sont-elles relatées en termes de difficultés croissantes. Ils considèrent ces difficultés comme étant le résultat de la dégradation continue de la ressource fourragère. D'après la grande majorité des agropasteurs, les conditions pluviométriques sont la cause première de toutes ces difficultés. Dans leurs discours, ce sont les sécheresses qui sont à l'origine de la dégradation qualitative des pâturages dans le Gourma. D'après leurs dires, avant les périodes de sécheresse (années 1970-1980), les pâturages étaient riches et suffisants pour nourrir l'ensemble des troupeaux de la zone. Il n'y avait pas de problème de surpâturage comme c'est le cas aujourd'hui :

« Aujourd'hui les animaux augmentent bien, auparavant il y avait pas de dépenses pour les animaux, mais maintenant il faut acheter de l'aliment bétail. On a commencé à utiliser de l'aliment bétail il y a 20 ans environ. Dans le passé les pâturages étaient meilleurs, c'est-à-dire que, la pluviométrie était abondante. Aujourd'hui dans les pâturages les animaux mangent l'herbe blanche, raneeriiwo (Aristida mutabilis) … il y aussi le Kèbbè (Cenchrus Biflorus-Cram-Cram) sur la dune. Cette année, il n'y a pas eu beaucoup d'herbe parce que la

pluviométrie était mal répartie, il n'a pas beaucoup plu cette année. Les animaux mangent aussi des feuilles d'arbres, ils se débrouillent pour en avoir mais nous quand même on ne leur donne pas. Il y avait beaucoup d'herbes auparavant, il n'y avait pas beaucoup d'animaux et puis il pleuvait aussi, maintenant il y a beaucoup d'animaux mais peu de pluie » Extrait d'un entretien avec Yaya Bourama Diallo, le 11/12/2009 à Darawal.

« …il ne pleut pas vite et les pluies s'arrête tôt. Les débuts de la saison des pluies sont trop lents et après il s'arrête tôt de pleuvoir. S'il doit pleuvoir trois mois, tu vas trouver qu'il ne pleut que un mois et demi ou souvent un mois » Extrait d'un entretien avec Mr Diallo, le 11/12/2009 à Kelma.

Cette perception des difficultés par rapport aux différentes activités et vis-à-vis des conditions climatiques a des conséquences sur les rapports entre éleveurs. A cause de la pression sur les ressources, la question de l'altérité devient prégnante dans le discours. A travers la lexicométrie, l'étude des concordances nous permis de mettre en évidence les contextes dans lesquels l'expression de l'altérité est mise en avant par les agropasteurs du Gourma. Ceci rejoint, les remarques faites dans le Ferlo sur autochtones et allochtones.

A l'image des éleveurs de la commune de Hombori, les éleveurs du Gourma expriment leur mécontentement à la venue d'éleveurs « étrangers » sur leur territoire, notamment ceux du Bourgou appelés les *Bourgoukôbè (éleveurs venant du delta intérieur du Niger)* **(Tableau n°10.17).** Les éleveurs du Bourgou, lors de leur transhumance en direction du Gourma passent très fréquemment par les localités de la commune de Hombori. Ce passage des *Bourgoukôbè* n'est parfois pas sans incidence. Ils sont accusés de la réduction voire de la dégradation des ressources pastorales. Sachant que ces derniers sont de grands éleveurs avec des troupeaux qui peuvent dépasser les 300 têtes par personne, leurs passages dans les différentes localités du Gourma se traduisent par des réductions importantes du stock fourrager, d'où le mécontentement exprimé par les éleveurs du Gourma.

Tableau n°10. 17: Analyse contextuelle de la forme « viennent » chez les éleveurs de Hombori

Mais quand il n'y a pas assez de pâturages naturels ils viennent avec des effectifs très importants ils **viennent** tout ramasser.

J'ai dit ça aux éleveurs maintenant ils sont obligés quand ils **viennent** dans un village avant de rentrer dans un village tu dois voir le chef de village ou le chef de campement pour te présenter.

Ils **viennent** avec beaucoup de bêtes ça ils le font à longueur de journée … Ce sont les dégâts principaux.

L'abreuvement se fait partout, sans payer, vraiment y a pas de problèmes . . . mais les transhumants quand ils **viennent** la manière dont ils veulent abreuver leurs animaux sans passer par le chef de village avec de grands effectifs.

Certains disent qu'ils font exprès mais dans tous les cas c'est toujours les transhumants, ils **viennent,** ils finissent, ils campent, ils font leur thé et ils n'éteignent pas correctement le feu.

Les autres transhumants quittent d'autres pays pour venir . . . les burkinabés qui **viennent** chez nous ici . . . ces cinq dernières années on dit que chez nous ça ne va pas alors ils ne viennent plus en grand.

Cela peut souvent créer des conflits. Si tu es dans ton entourage, tu as le plein droit de dire à ceux qui **viennent** de partir. Souvent entre nous et les gens du Bourgou , vu qu'ils sont de passage , on les laisse partir.

Chaque fois, on a nos éleveurs ici qui nous font part de leurs mécontentements par rapport aux étrangers éleveurs qui **viennent** ici mais on se dit tout le Mali c'est le Mali, on ne peut pas agir, on n'a pas ce pouvoir.

Au-delà de cette question de l'altérité, le manque de réciprocité entre les éleveurs du Gourma et ceux du Delta Intérieur du Niger serait à l'origine cette méfiance (Gangneron, 2010). En effet, les éleveurs du Gourma n'ont la possibilité d'aller pâturer dans les bourgoutières que moyennant le paiement d'une certaine somme. Ce système est un héritage de l'organisation des espaces pastoraux du Delta Intérieur du Niger sous la *Diina (*empire théocratique peul*)*. Cet empire théocratique peul a été fondé au 19è siècle par Sékou Amadou. Les territoires agropastoraux du Delta Intérieur du Niger ont été divisés en unités spatiales et foncières appelées les *leydè*. Ces *leydè* sont placées sous la responsabilité des *jowros* (éleveur gestionnaire traditionnel des pâturages). Pour accéder à ces pâturages, la redevance à payer était de l'ordre de 20 cauris par tête de bétail au 19è siècle, puis 10 000 Francs malien par tête en 1977 d'après Gallais, (1984). Lors de nos enquêtes de terrain, les éleveurs du Gourma estiment qu'aujourd'hui que cette redevance peut s'élever jusqu'à 500 000 FCFA en fonction de la taille du troupeau. Les éleveurs du Delta, par contre, ne sont soumis à aucune redevance quand ils vont en transhumance dans le Gourma.

La pression et la concurrence autour de l'accès aux ressources pastorales dans le Gourma génèrent de plus en plus de tensions, parfois conflictuelles, entre éleveurs d'abord et non plus simplement entre éleveurs et agriculteurs. Il s'agit donc d'un changement important dans la mesure où, comme nous l'avons vu plus haut **(chapitre 7),** jusque-là, les conflits d'usage des ressources opposaient la plupart du temps les agriculteurs aux éleveurs.

10.2.4.2 Stratégies d'adaptation des agropasteurs du Gourma

En partant du postulat que les perceptions et les représentations guident fortement les pratiques des agropasteurs, nous avons vu l'intérêt d'étudier les perceptions avant d'étudier les stratégies. Ainsi, nous avons pu mettre en évidence que c'est l'incertitude qui structure les manières de voir l'évolution des activités et des ressources. Nous examinerons, dans ce qui suit, quelles sont les pratiques adaptatives qui ont accompagné cette incertitude.

Dans le Gourma, les stratégies d'adaptation mises en place pour faire face à l'incertitude font appel à la pluriactivité. Les agropasteurs optent pour cette stratégie dans le but de ne pas dépendre uniquement de leurs activités de base. Les agropasteurs dont l'activité principale est l'agriculture investissent aussi dans l'élevage afin de limiter leurs dépendances vis-à-vis de leur production agricole. Certains s'adonnent et également au maraîchage et au petit commerce. Chez les *Songhays* principalement, de nouvelles activités sont recherchées à travers les migrations locales ou sous régionales temporaires. Ce sont principalement les jeunes qui migrent après la saison des pluies vers les villes comme Mopti, alors que d'autres se rendent au Burkina-Faso pour travailler. Ce travail leur permet d'avoir des ressources complémentaires leur permettant d'acheter de la nourriture si la saison des pluies n'a pas été porteuse de bonnes récoltes.

Chez les agropasteurs qui se consacrent surtout à l'élevage, deux stratégies principales sont mises en avant. Ils ont avant tout recours à la mobilité, pratique ancestrale mise en place pour s'adapter à la variation spatiotemporelle des ressources pastorales. De nos jours, cette pratique perdure mais elle est confrontée à plus de contraintes.

Ce constat ressort de plusieurs de nos entretiens :

«Pendant les périodes où il n'y a pas d'herbe, nous allons vers la frontière Mali-Burkina. En général quand on se déplace c'est parce qu'il n'y a pas de nourriture. Il y en a qui y vont pendant 5 mois, d'autres pendant 3 mois, ça dépend de la saison de pluies. Quand il ne pleut pas beaucoup, on est obligé de partir» Extrait d'un entretien groupé avec trois agropasteurs, le 12/12/2009 à Doungouri.

«Là-bas c'est-à-dire vers le Burkina c'est comme une réserve, c'est quand vraiment ça ne va pas ici qu'il n'y a plus d'eau, plus d'herbes qu'on va vers là-bas. Le problème c'est que là-bas il y a des pâturages, mais il n'y a pas d'eau» Extrait d'un entretien groupé avec des agropasteurs, le 09/12/2009 à Tara.

« Nous on ne se déplace que quand ça ne va pas, par exemple l'année dernière (2008), on est parti loin, moi j'ai fait deux mois là-bas, quand il a plu on est revenu. Tous les animaux sont partis vers le sud, là-bas c'est trop large » Extrait d'un entretien avec Yaya Bourama Diallo, le 11/12/2009 à Darawal.

Un recul de la mobilité chez les agropasteurs de Hombori a été observé par Magnani (2009). Actuellement, les éleveurs se déplacent uniquement lorsque les conditions ont tendance à devenir critiques. Si ce n'est pas le cas, tout le monde préfère rester aux alentours en essayant de tirer profit au maximum de ces ressources.

Sur la base des dires d'acteurs, nous avons représenté les circuits de transhumance les plus fréquemment empruntés par les éleveurs du Gourma **(Figure n°10.20).** Cette carte montre deux axes principaux de transhumance qui se rejoignent dans le Gourma. Un premier axe orienté nord-sud qui concerne la grande majorité des agropasteurs du Gourma. Pendant la saison sèche, cet axe nord-sud traverse la commune de Hombori, en direction de la plaine du Mondoro, voire en cas de sécheresse vers le nord du Burkina-Faso. En effet, d'après les éleveurs du Gourma, lorsqu'une année est dominée par des sécheresses intensives, l'ensemble des troupeaux de la région se dirigent vers le nord du Burkina. La réciprocité qui existe entre les éleveurs du Gourma malien et ceux du Gourma burkinabé facilite ces déplacements. A l'arrivée de la saison des pluies, les éleveurs entament la transhumance dans le sens Sud-Nord.

Le deuxième axe est emprunté par les grands transhumants[56] originaires du Delta intérieur du Niger. Cet axe est orienté Est-Ouest pendant la saison sèche et Ouest-Est pendant la saison des pluies. Cette saisonnalité des transhumances Ouest-Est est dictée par les crues du Niger dans le delta. Ces crues surviennent généralement à partir du mois d'août. A cause de cette montée des eaux, la circulation des troupeaux devient très difficile et la disponibilité de ressources fourragères devient limitée. Ces contraintes pour les agropasteurs du delta surviennent à la période optimale pour les ressources fourragères dans le Gourma. Ainsi à partir du mois d'août, le delta est déserté par les pasteurs dont les troupeaux entament une longue transhumance vers les pâturages du Sahel dont le Gourma (Marie *et al*., 2007). Les distances parcourues peuvent dépasser 300 kilomètres parfois. Ainsi entre les mois de septembre, octobre et novembre, il y a une compétition pour les ressources fourragères du Gourma avec l'arrivée des pasteurs du delta. Cette pression sur les ressources est vécue comme une injustice par les agropasteurs du Gourma (Gangneron, 2013).

[56] L'appellation « Grands transhumants » fait référence à l'ampleur des déplacements effectués par ces éleveurs entre le delta intérieur du Niger et les pâturages du Gourma. En plus de la distance parcourue qui peut dépasser les 300 kilomètres, il y a aussi la taille du troupeau à prendre en considération. D'après nos enquêtes, les éleveurs du delta sont des grands transhumants car certains peuvent transhumer avec 300 têtes de bovins par personne.

Une injustice qui s'explique par le fait que le retour des pasteurs du delta s'effectue entre les mois de novembre et décembre selon un calendrier dicté par la décrue. Une fois dans le delta, ils peuvent à nouveau circuler dans une abondance des ressources en fourrage et en eau contrairement à ceux du Gourma qui ne peuvent s'offrir librement l'accès à ce pays de cocagne au moment où ils en ont le plus besoin (saison sèche). Donc ici, nous avons une mobilité source de compétition pour les ressources pastorales entre deux régions distinctes.

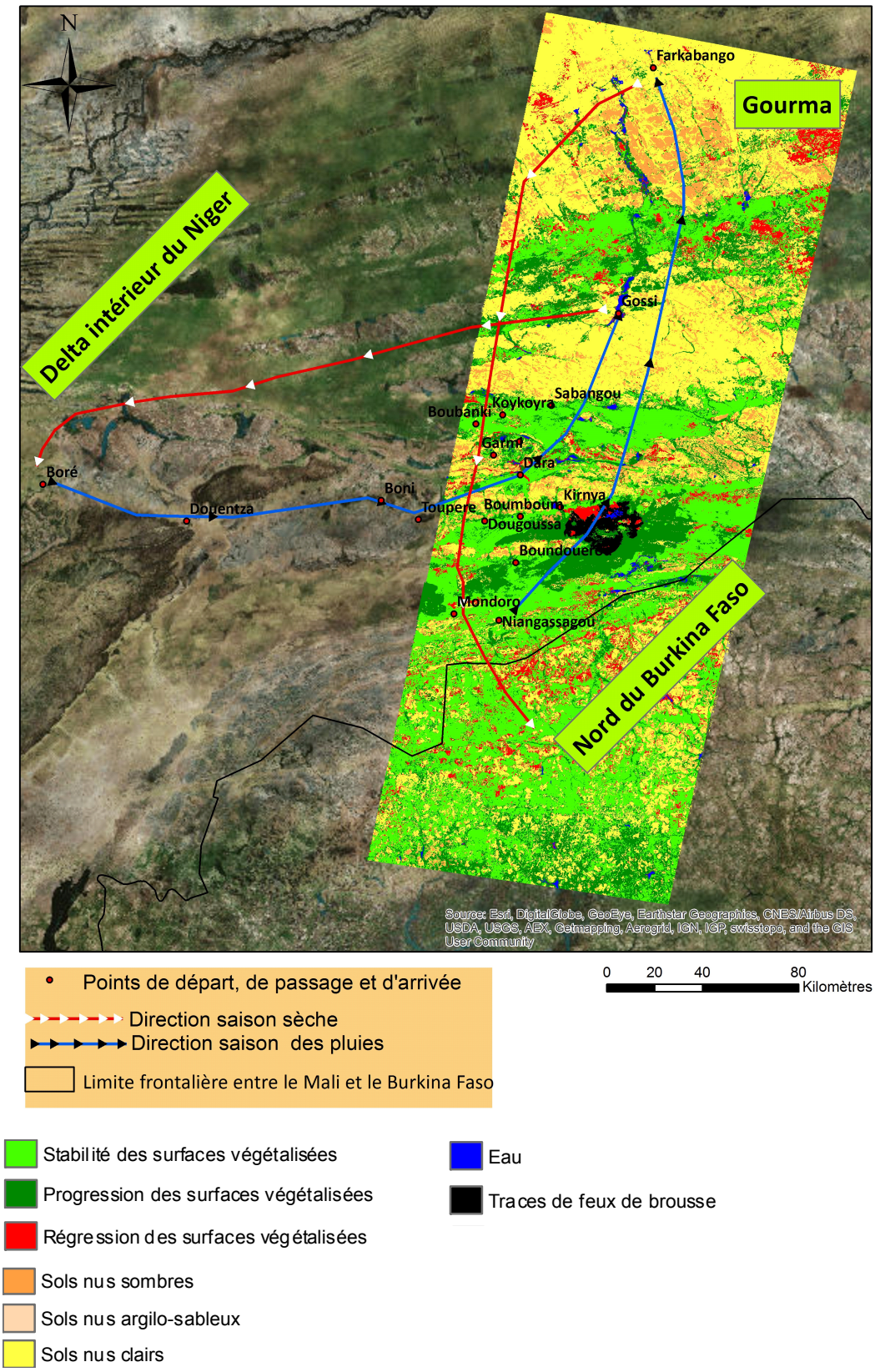


Figure n°10. 20: Evolution des flux de transhumance dans le Gourma (d'après des enquêtes menées en 2009)

L'autre pratique adoptée par les éleveurs pour faire face à la pénurie de ressources est la vente d'une partie du troupeau pour acheter de l'aliment pour le bétail. En effet, face aux changements environnementaux et à l'incertitude climatique, les éleveurs ont de plus en plus souvent recours à des tourteaux[57], pratique qui n'existait pas encore au moment de la sécheresse de 1984. C'est donc après les deux grandes sécheresses (1973 et 1984) que l'utilisation du complément alimentaire prend de l'ampleur en tant que stratégie alternative face à la vulnérabilité des ressources pastorales.

« Nous avons commencé à acheter de l'aliment bétail, il y a au moins 20 ans. Auparavant on ne faisait pas de stockage de fourrage c'est assez récent. Nous n'avons pas d'autres ressources donc on est obligé de vendre des animaux pour acheter de l'aliment bétail. La quantité d'aliment bétail achetée dépend des années ; souvent on achète beaucoup, souvent pas beaucoup» Extrait d'un entretien groupé avec trois agropasteurs, le 12/12/2009 à Doungouri.

L'utilisation de plus en plus massive et fréquente du tourteau les conduit à la vente[58] d'une partie du bétail. Dans le discours des éleveurs locaux, il est devenu quasi incontournable d'utiliser les tourteaux pour tenter de sauver une partie du bétail pendant les périodes difficiles :

«Pour acheter du tourteau, je vends des vaches parmi le troupeau. J'essaye de vendre les vaches les mieux portantes pour pouvoir gagner un peu plus d'argent et avoir plus de tourteaux. Je vends les vaches à la foire de Hombori. Je peux vendre jusqu'à 27 têtes par an quand ça ne va pas» Extrait d'un entretien avec Boukary Djiblirou Dicko, le 17/12/2009 à Agoufou.

---

[57] Le tourteau est aliment bétail constitué de déchets de culture de coton.

[58] Cette vente du bétail en période de soudure est un mal nécessaire d'après les éleveurs enquêtés. Cependant certains y voient une belle opportunité, en l'occurrence les commerçants spécialisés dans l'achat et la vente du bétail. Ils spéculent en fonction des périodes (saison sèche, soudure, saison des pluies), en achetant auprès des éleveurs les animaux affaiblis, pour ensuite faire de l'embouche destinée à la boucherie.

Voir l'extrait ci-dessous :

« Nous les commerçants de bêtes, c'est pendant les périodes de sécheresse que nous aussi nous faisons de bon marché parce que les éleveurs ils ont peur pour pas que les animaux meurent, donc ils les vendent à tous les prix et nous aussi, on est à l'aise en ce moment. Le malheur des autres, c'est le bonheur des uns. Quand ça ne va pas chez les éleveurs, ça va chez nous les commerçants, parce que là les gens bazardent les animaux pour acheter de l'aliment bétail et c'est là que nous aussi on s'impose. On met nos prix, si l'animal se vend à 200.000 FCFA on demande ça à 25.000 FCFA. Une année bonne pour les éleveurs, ne l'est pas pour nous, on ne gagne pas en ce moment parce que là, les éleveurs aussi nous vendent très chers les animaux. C'est chacun son tour ». (Extrait de l'entretien n°11, réalisé le 9 décembre 2009 à Tara (Gourma malien) avec un agropasteur sonrai, spécialisé dans l'achat et la vente du bétail.

« S'il y a manque de pâturage, nous sommes dans la très grande galère, nous sommes obligés de faire des achats d'aliments bétail… le tourteau, les tiges de mil et même du foin souvent on l'achète pour nos animaux. C'est dans les animaux que je vends pour ensuite pouvoir sauver les autres » Extrait d'un entretien avec Oumar Ibrahim Diallo, le 17/12/2009 à Ouatagou.

En effet, pour un éleveur moyen, l'achat des tourteaux nécessite une décapitalisation importante. Il faut vendre une partie du troupeau pour nourrir l'autre partie tout en sachant que d'autres animaux du troupeau ont de forte chance de mourir à cause du manque de pâturages. La totalité des éleveurs interrogés pratique cette stratégie du complément alimentaire pour faire face à l'appauvrissement et au manque de fourrage dans les pâturages. Outre ces deux grandes stratégies de recours à la mobilité et à l'aliment pour le bétail, d'autres pratiques sont mises en place et prennent de l'ampleur. Parmi celles-ci on peut citer le fauchage et le stockage de tiges de mil et de la paille. Les éleveurs pratiquent ainsi de plus en plus l'agriculture ce qui leur qui permet de réduire le nombre de vaches à vendre pour acheter du mil. Cette pratique leur permet également de diversifier leurs sources de revenus pour ne plus dépendre uniquement de l'élevage. En combinant ces différentes activités, les agropasteurs du Gourma tentent de s'adapter aux changements socio-environnementaux. Nous remarquerons enfin que le rôle de l'homme dans la vulnérabilité des ressources, notamment fourragères, est très peu perçu par les agropasteurs du Gourma. Lykke (2000), a fait la même observation dans son étude ethnobotanique qui a mis en évidence la manière dont les populations locales du Saloum (Sénégal) percevaient l'évolution de leur environnement.

En résumé, l'analyse textométrique du discours, conjuguée aux analyses de contenu dans le Gourma, montre que les perceptions sont dominées par la vulnérabilité d'origine climatique notamment à travers les incertitudes quant à l'abondance pluviométrique ou à la sécheresse selon les années. Comparativement aux périodes des grandes sécheresses des années 1970 et 1980, la période actuelle est aussi caractérisée par des mécanismes d'adaptation que sont la mobilité et la diversification des activités pour faire face à l'aléa climatique.

Parmi les stratégies d'adaptation, le tourteau est un élément nouveau puisqu'il n'est apparu qu'après la grande sécheresse de 1984. Quant à la mobilité, elle constitue toujours une stratégie indispensable. Cependant, elle est confrontée à certaines contraintes. Parmi ces contraintes, on peut citer le morcèlement des espaces autrefois dédiés au parcours en parcelles de champs cultivés dont la présence limite les déplacements des éleveurs à la recherche de pâturages. A cela s'ajoute les divagations de bétail dans les champs cultivés qui génèrent une forte conflictualité entre éleveurs et agriculteurs. Enfin fait nouveau dans la région, les conflits d'usage de l'espace et des ressources ont de plus tendance à opposer les éleveurs entre eux.

10.3 Comparaison des résultats des enquêtes dans le Ferlo et le Gourma

L'objectif principal de ce paragraphe est d'établir une analyse comparative entre les résultats de nos différentes enquêtes de terrain. Il s'agit de repérer les perceptions spécifiques ou les points de convergence entre les discours recueillis dans le Ferlo et ceux du Gourma. Nous verrons que les perceptions des ressources et des activités agropastorales sont mises en évidence par des traits lexicaux permettant de caractériser les pratiques et stratégies adaptatives dans chacune des micro-régions. Le Fakara du Niger n'a pas été repris ici parce que le protocole d'enquête n'a pas été exactement le même.

10.3.1 Les spécificités lexicales des deux micro-régions

Sur le premier plan factoriel issu d'une AFC réalisée à partir des données textuelles des enquêtes partitionnées par localité, **(Figure n°10.21),** nous avons étudié la répartition des mots ayant des spécificités positives dans les différentes localités de chacune des micro-régions. Ces caractéristiques lexicales sont représentées par trois groupes de mots. Les deux groupes de mots qui s'opposent suivant l'axe 1 (horizontal) de l'AFC représentent les spécificités lexicales positives des différentes localités. On y constate une opposition entre les mots spécifiquement employés dans les localités du Ferlo (partie gauche de l'axe horizontal) et à ceux employés dans celles du Gourma (partie droite de l'axe). L'association entre les termes et les champs lexicaux nous a permis de dégager les éléments de perception qui opposent les deux micro-régions. En effet, il ressort de l'analyse de cette AFC, que les discours sur les ressources et les activités agropastorales dans le Ferlo s'articulent principalement autour des termes tels que : *feux de brousse, les pannes de forages, transhumance, le Saloum*. Tandis que dans le Gourma, les discours des acteurs locaux utilisent plus spécifiquement des termes tels que: *animaux, pâturages, mil, tourteau, Burkina.*

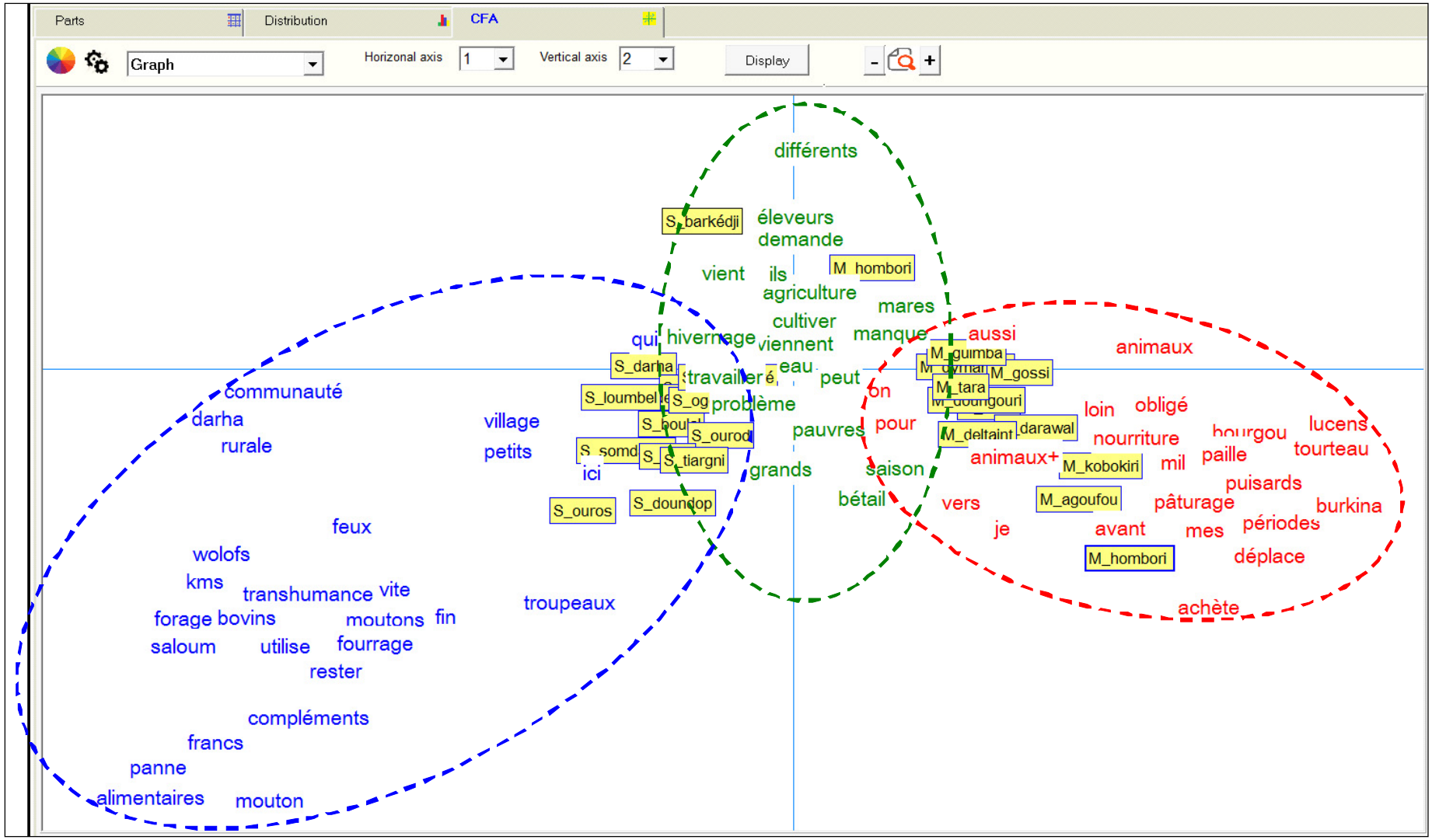


Figure n°10. 21: AFC sur les discours du Ferlo et du Gourma par localité

L'étude de ces mots-clés à travers l'analyse des contextes nous a révélé les modes de perception qui émanent des différents groupes d'acteurs ainsi que les pratiques qui en découlent. D'un côté les agropasteurs du Ferlo perçoivent la vulnérabilité des ressources pastorales comme étant liée à l'action de l'homme qu'il s'agisse d'une mauvaise gestion de l'espace ou des aménagements hydrauliques. Sont ainsi incriminés les feux de brousse, les coupes d'arbres et d'herbe qui affectent les ressources fourragères et les pannes de forages qui rendent les agropasteurs vulnérables au manque d'eau **(Figure n°10.22).** L'une des principales réponses développées par les agropasteurs du Ferlo reste la transhumance. La distance la plus lointaine parcourue par les transhumants du Ferlo a pour point d'arrivée le Saloum. D'où la répétition fréquente du mot « Saloum » dans le discours des personnes enquêtées.

Dans le Gourma en revanche, c'est une vulnérabilité liée au climat et plus spécifiquement à la sécheresse qui est le plus souvent ressentie **(Figure n°10.22).** La sécheresse a un impact direct sur les ressources disponibles dans les pâturages et sur la vie et la santé du bétail. Face à ce constat, l'achat de tourteau (complément alimentaire) combiné à la transhumance en direction du Burkina constituent les principales stratégies d'adaptation chez les éleveurs. La pluriactivité (agriculture, élevage, petit commerce, migration saisonnière) est devenue le mode d'adaptation permettant de réduire la vulnérabilité dont l'activité principale était jusqu'ici l'agriculture.

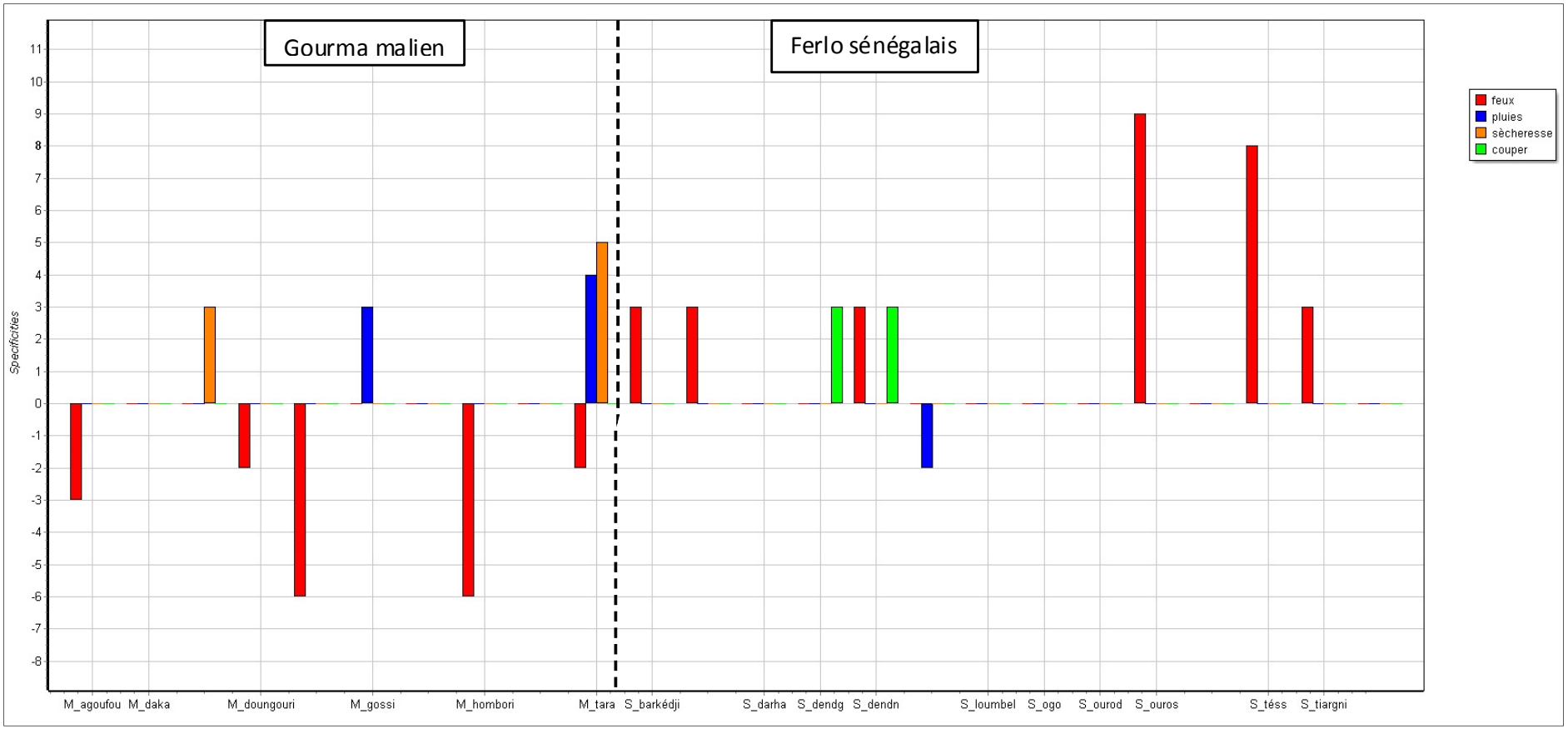


Figure n°10. 22: Perception de la vulnérabilité des ressources fourragères par localité dans le Ferlo et le Gourma

Une analyse des spécificités des termes en relation avec les activités d'élevage **(Figure n°10.23)** nous montre que les termes qui font référence à la composition du cheptel sont beaucoup plus englobants dans le Gourma que dans le Ferlo où l'on remarque une certaine spécialisation**.** Ainsi les agropasteurs du Gourma utilisent fréquemment le terme *« animaux »* alors que les éleveurs du Ferlo précisent qu'ils parlent de *« bovins » ou de « moutons ».* L'évocation du cheptel à travers le terme d'*« animaux »* dans le Gourma peut faire traduire un attachement profond des agropasteurs à les animaux possédés directement ou par héritage.

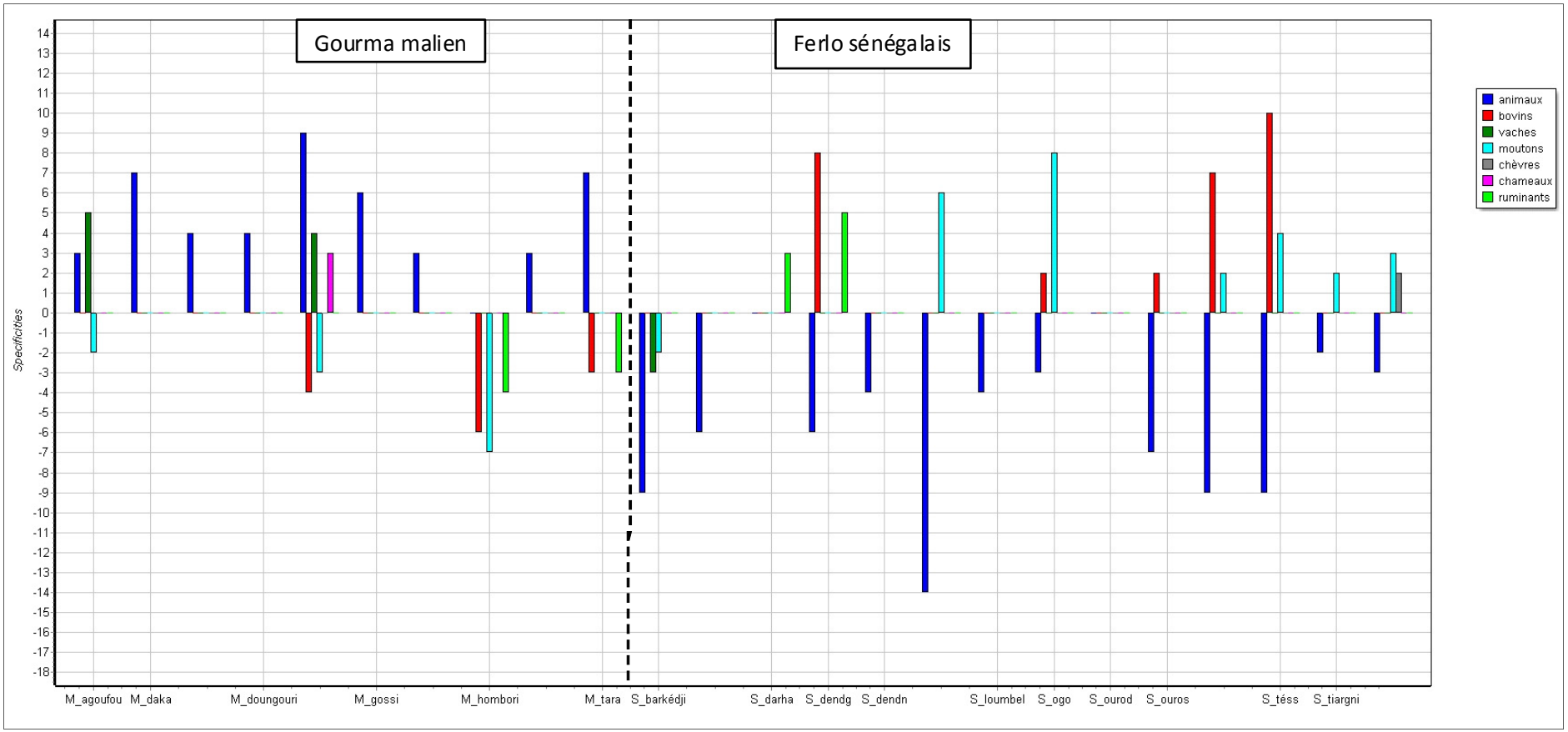


Figure n°10. 23: Spécificités des discours du Ferlo et du Gourma par localité, en référence à la composition du cheptel

Conscient des difficultés de traduction en région multilingue nous avons pris en considération la possibilité de biais éventuels liés à la traduction. C'est dans cette optique que nous avons intégré la variable traduction dans les analyses effectuées. Comme nous venons de le voir, l'étude de la répartition des caractéristiques lexicales propres à l'élevage nous a montré que les spécificités positives relatives au terme *« animaux »,* sont particulièrement propres au Gourma. En fonction des traducteurs **(Figure n°10.24)**, ce terme est aussi accompagné par d'autres formes plus spécifiques telles que *vaches, chameaux, chèvres* ayant également des spécificités positives. Les autres termes telles que *bovins, ruminants, moutons* sont également été utilisés dans le Gourma mais sans spécificités positives contrairement au Ferlo où les traducteurs ont souvent eu recours à ces termes.

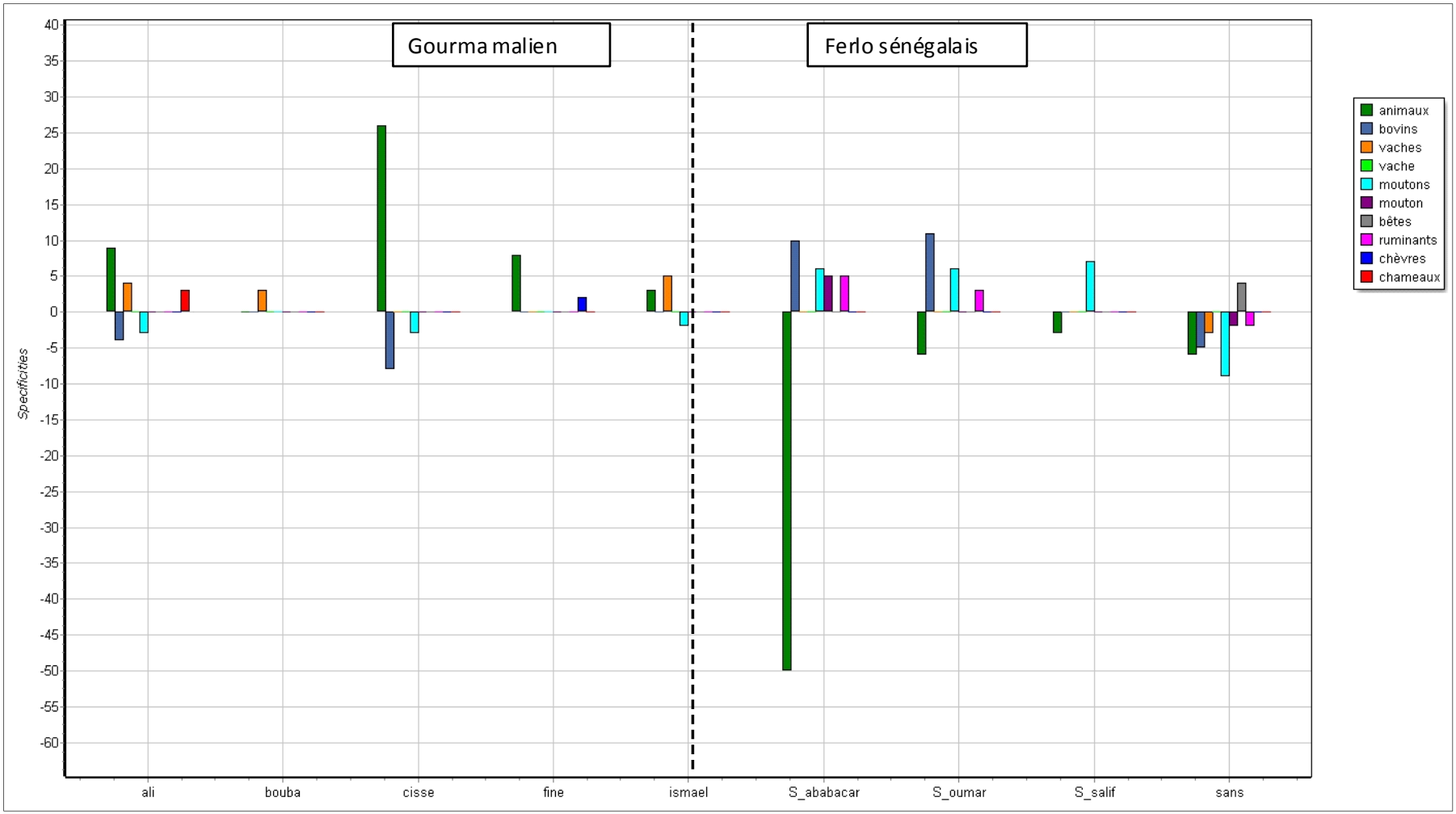


Figure n°10. 24: Spécificités des discours du Ferlo et du Gourma par traducteur, en référence à la composition du cheptel

Un alignement entre nos corpus en français et leurs équivalents en langues vernaculaires nous montre qu'il y a une richesse de vocabulaire aussi bien dans le Ferlo que dans le Gourma pour distinguer les espèces qui entrent dans la composition du cheptel. La langue Peul étant celle commune aux deux régions, l'alignement de corpus nous révèlent que c'est le terme ***« daabeeji »*** qui fait référence aux animaux **(Tableau n°10.18).** Ce terme donc été bien utilisé dans des contextes bien déterminés avec des spécificités positives dans le Gourma contrairement au Ferlo. Les désignations des différentes espèces ont également été employées dans les deux micro-régions mais avec des spécificités positives plus marquées dans le cas du Ferlo.

Tableau n°10. 18: Alignement entre le corpus en langue vernaculaire et le corpus en langue française sur la composition du cheptel

Peul	***Français***
Ndaba, Daabeeji	***Animal, Animaux***
Jawdi	*Troupeau, Richesse*
Ndamni	*Petits ruminants*
Nagge	*Vache*
Ngaari	*Taureau*
Mbalou, Baali	*Mouton, Moutons*
Mbeewa, Bei	*Chèvre, Chèvres*
En fonction de la robe des animaux, de leurs âges, de leurs cornes entre autres, il y a diverses appellations propres à chaque espèce qui compose le cheptel.	

Par ailleurs, pour ce qui concerne la perception des ressources en eau, la comparaison entre les deux micro-régions met en évidence quelques éléments de différenciation **(Figure n°10.25).** En effet, parmi les termes que l'on peut relier aux ressources en eau, les spécificités positives qui sont mises en évidence dans les localités du Ferlo on trouve celles du terme « forage ». Ces forages sont des aménagements hydrauliques qui jouent un rôle structurant dans les activités d'élevage de la région. Par opposition, ce sont les points d'eau naturels (mares et puits) qui structurent l'élevage dans le Gourma. Ce contraste dans l'emploi des termes se référant aux ressources en eau dans les discours des éleveurs reflète des différences persistantes dans les politiques conduites dans les deux régions en matière d'aménagement rural. Ainsi, au Sénégal, le développement de l'hydraulique pastorale a été initié dans les années 1950 par l'état colonial. Après les sécheresses des années 1970, 1980, l'état sénégalais a poursuivi cette politique dans l'ensemble du Ferlo, couvrant ainsi une grande partie de cette zone en forages motorisés (SIPSA, 2012). Contrairement à cette intervention de l'état sénégalais en faveur des programmes d'hydrauliques pastorales, au Mali et plus spécifiquement dans la région du Gourma, on trouve très peu de forages dédiés à l'élevage.

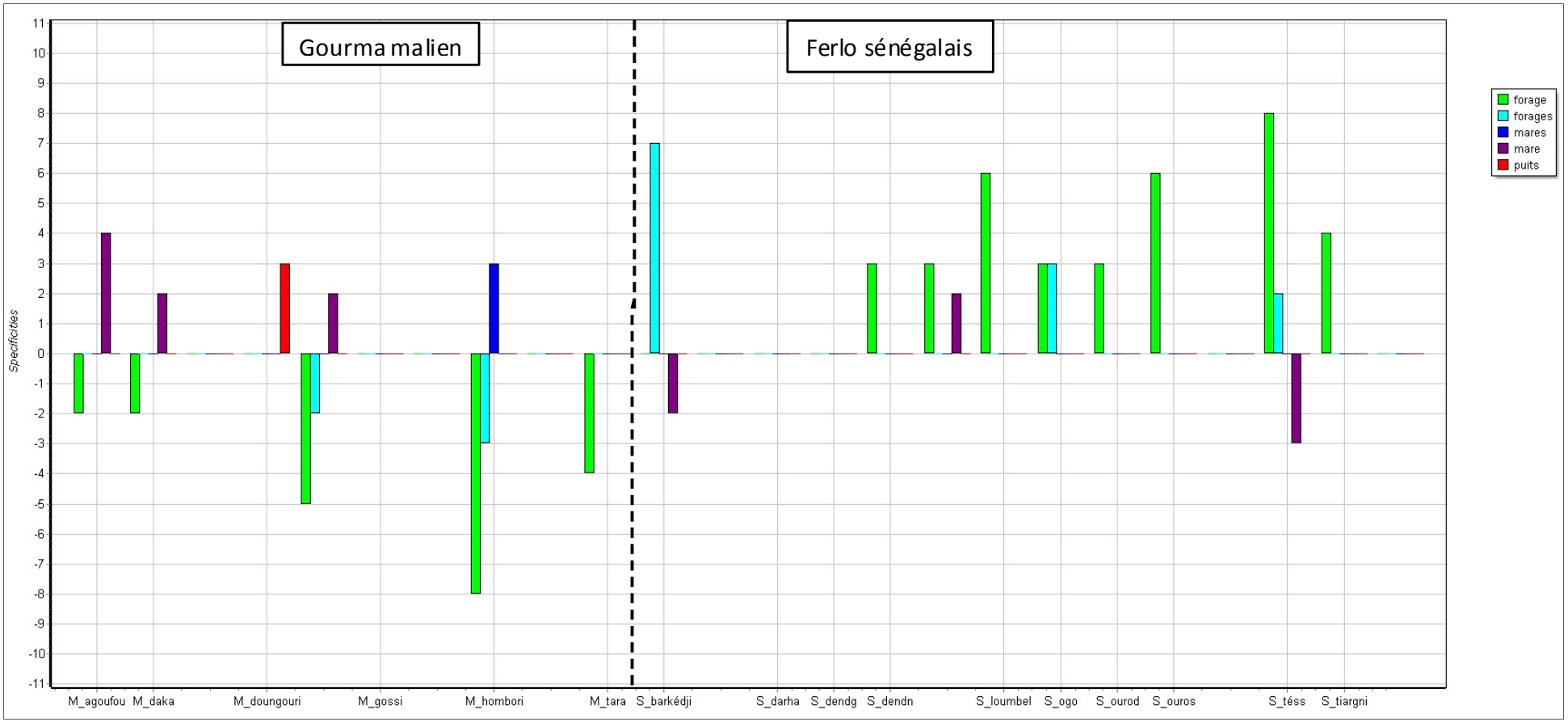


Figure n°10. 25: Spécificités des discours du Ferlo et du Gourma par rapport aux ressources en eau par localité

10.3.2 Les points de convergences entre les deux micro-régions

En termes de perception, le premier point commun qui apparaît dans les discours des personnes interrogées dans les deux micro-régions est relatif à la question de l'altérité. En effet, l'analyse des deux corpus d'entretiens nous a révélé qu'un grand nombre d'éleveurs, dans le Ferlo comme dans le Gourma se plaignent de l'arrivée d'autres éleveurs dans des espaces où ils se considèrent comme chez eux parce que primo-arrivants. Pour les agropasteurs interviewés, cette référence aux « autres » désigne une absence d'ancrage villageois avec des attaches familiales. L'arrivée des « autres » aussi bien dans le Ferlo que dans le Gourma augmente la pression sur les ressources agropastorales au sein d'un espace donné. Parfois, les « autres » sont accusés de contribuer à réduire de façon notable, voire de détruire les ressources fourragères disponibles dans leur environnement immédiat. Parallèlement, les mêmes agropasteurs rappellent que les textes et les lois garantissent l'accès commun aux pâturages naturels à tout le monde sans distinction entre primo et néo arrivants.

Les stratégies adaptatives de plus en plus prégnantes font de l'appropriation des ressources fourragères une réponse devant la pression résultant du passage des « autres ». Ainsi, les agropasteurs du Gourma pratiquent-ils le fauchage et le stockage des résidus de culture juste après les récoltes pour éviter qu'ils ne soient pâturés dans les champs par les troupeaux venant d'ailleurs. Il ressort également de nos entretiens que le fauchage (coupe) de fourrage herbacé et ligneux sur pied devient de plus en plus courant dans le Ferlo. A travers ces coupes, les agropasteurs s'approprient les ressources avant le passage des transhumants venant d'autres localités.

Ainsi, dans un contexte où la pression sur les ressources agropastorales devient plus forte, cette perception d'une compétition entre les primo-et les néo-arrivants conduit à la mise en place de nouvelles pratiques. Ces pratiques adaptatives vont dans le sens de l'appropriation des ressources sur un espace donné. Les formes d'appropriation vont de la mise en place d'une parcelle cultivée à la coupe de fourrage herbacée et ligneux sur pied ou encore au fauchage et stockage des résidus de culture après les récoltes. Ces tendances s'observent dans les deux régions d'étude.

Le deuxième point de convergence entre les deux micro-régions a été mis en évidence à travers l'AFC sur les discours des différents acteurs **(Figure n°10.26).** Cette analyse met en évidence que les acteurs institutionnels du Ferlo et du Gourma ont le même type de discours sur les ressources et les activités agropastorales ce qui explique le regroupement des différents acteurs institutionnels dans le quart haut droit du plan factoriel issu de l'AFC. Les acteurs institutionnels auprès de qui nous avons mené ces enquêtes sont des agents vétérinaires, des chercheurs zootechniciens, des agents des eaux et forêts, des présidents de communautés rurales (PCR) et des chefs de village. Le discours des zootechniciens et des vétérinaires est structuré autour du développement de la production

animale avec des croisements de races et l'introduction de nouvelles races bovines, le développement de l'élevage laitier et la lutte contre les maladies animales. S'agissant des agents des eaux et forêts, des présidents de communautés rurales et des chefs de village, les discours sont systématiquement organisés autour de la gestion durable des ressources et des territoires de parcours. La question de la gestion des conflits entre agriculteurs et éleveurs occupe une place particulièrement importante dans le discours des présidents de communautés rurales et des chefs de village.

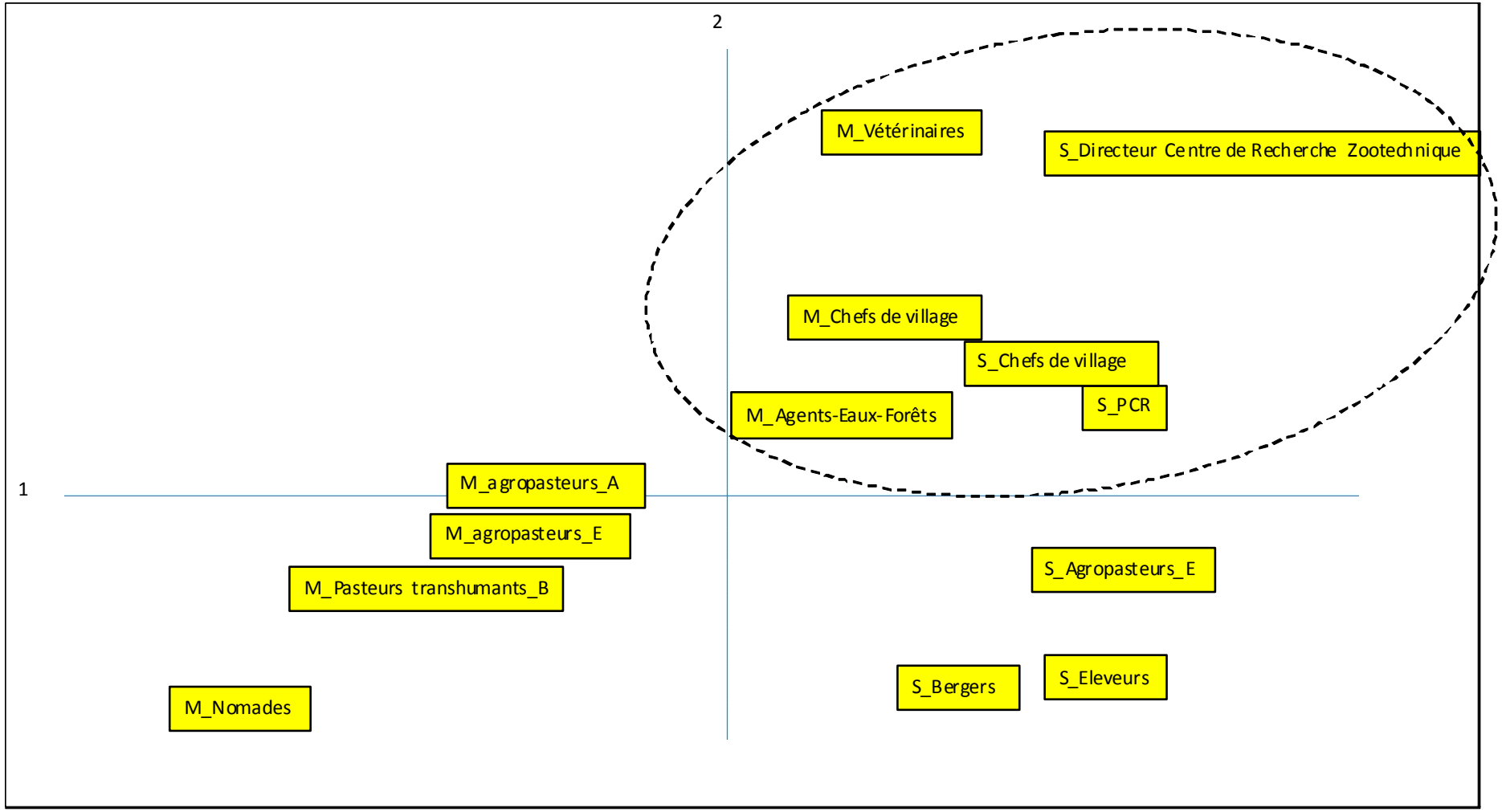


Figure n°10. 26: AFC sur les discours par acteur entre le Ferlo et le Gourma

En résumé, la comparaison des perceptions sur l'évolution des ressources et des pratiques agropastorales entre le Ferlo et le Gourma met en évidence les résultats suivants.

Dans le Ferlo, les perceptions sont avant tout centrées sur la vulnérabilité des ressources fourragères. Cette vulnérabilité est perçue comme une conséquence directe des activités anthropiques notamment à travers des feux de brousse récurrents et considérés pour généralement comme étant accidentels. Sont également incriminées les coupes de fourrage herbacé et ligneux sur pied considérées par les agropasteurs et les gestionnaires comme une importante source de vulnérabilité des ressources fourragères. Dans le Gourma, les perceptions sont focalisées sur les irrégularités climatiques notamment la survenue de sécheresses. Cette vulnérabilité d'origine climatique s'exprime à travers une incertitude quant à l'état des ressources fourragères et des ressources en eau. Par contre, la vulnérabilité d'origine anthropique est très peu perçue par les agropasteurs du Gourma excepté la pression sur les ressources due aux transhumants du Delta.

- A ces différentes perceptions de leur vulnérabilité, les éleveurs adoptent des stratégies d'adaptations variées. Dans le Ferlo, on assiste à une importante réorganisation des activités agropastorales. La tendance la plus marquante reproduit un système intégré agriculture-élevage dans un espace jadis exclusivement pastoral. Cette réorganisation de l'espace pastoral du Ferlo bouscule les anciens axes de transhumance. D'une transhumance à destination du fleuve Sénégal dans les années 1950, on passe vers une transhumance à destination du Sénégal oriental.
-

Dans le Gourma, la perception de la vulnérabilité d'origine climatique conditionne et structure les pratiques de mobilité, d'achat et de stockage de tourteau (compléments alimentaires). Elle est aussi à l'origine d'une grande diversification des activités face à l'incertitude vis-à-vis du climat.

CONCLUSION PARTIE 3

La troisième partie de cette thèse a été consacrée à l'étude des stratégies d'adaptation à la lumière des perceptions et représentations de l'espace, de l'évolution des ressources et des activités. Nous avons vu dans un premier temps comment se déclinent les rapports à l'espace dans les microrégions étudiées. Les rapports traditionnels à l'espace rural tenaient à la structure des activités dominantes à savoir l'agriculture et l'élevage. Les nouvelles conditions environnementales, socioéconomiques et politiques ont contribué à questionner et à faire évoluer ces rapports à l'espace.

Dans un deuxième temps, nous avons exposé la méthode de collecte et d'analyse des données d'enquête en vue d'étudier les perceptions et les stratégies d'adaptation. A ce titre, les statistiques textuelles ont été combinées aux analyses de contenu. Les résultats mettent en exergue une articulation des perceptions des agropasteurs du Fakara nigérien autour de la vulnérabilité accrue d'origine anthropique. La perception de l'insécurité dans la région influence l'évolution des pratiques de transhumance. L'intensification des défrichements au détriment de la ressource végétale est perçue par les éleveurs comme une source de vulnérabilité qui anéantit les ressources fourragères. Cette intensification constitue une entrave à la mobilité pastorale et accentue les tensions entre agriculteurs et éleveurs.

Comparés aux agropasteurs du Fakara, les agropasteurs du Gourma mettent l'accent sur les perceptions de la vulnérabilité d'origine climatique. Devant l'incertitude climatique perçue par les agropasteurs, les stratégies de mobilité et de diversification des activités sont les pratiques mises en place dans le Gourma. L'usage des compléments alimentaires (tourteaux) est croissant, étant devenu courant depuis la grande sécheresse de 1984. Fait nouveau que nous avons mis en lumière, les conflits d'usage de l'espace et des ressources ont de plus tendance à opposer les éleveurs entre eux.

S'agissant du Ferlo sénégalais, ce sont les feux de brousse et les pannes des forages sont perçus par les agropasteurs comme des entraves à leurs activités. Les stratégies d'adaptation habituelles, notamment la transhumance ont connu une réorientation des flux en direction du Sénégal oriental où nous avons observé une progression du couvert végétal.

La comparaison entre les trois régions montre une tendance générale vers un modèle intégré qui privilégie l'agropastoralisme. Cela se traduit par une évolution du rapport à l'espace des différents agropasteurs. Les agriculteurs traditionnels font de plus en plus d'élevage, les éleveurs traditionnels s'adonnent de plus en plus à l'agriculture.

L'évolution des pratiques agropastorales face aux changements socio-environnementaux était au cœur de cette étude. A la lumière des perceptions exprimées, nous avons cherché à comprendre dans quelle mesure les pratiques agropastorales modulent la vulnérabilité et l'adaptabilité des agro-écosystèmes et des sociétés agropastorales dans l'espace et dans le temps. L'autre objectif de cette thèse étant d'étudier l'évolution des systèmes agropastoraux fondés sur les ressources végétales avec une comparaison entre trois régions sahéliennes, nous avons étudié les différenciations spatiales qui caractérisent l'évolution des ressources fourragères depuis la grande sécheresse de 1973. Pour atteindre ces objectifs, il nous a fallu dans un premier temps définir les régions à comparer en déclinant les questions socio-environnementales qui les caractérisaient. Ainsi ont été retenues les micro-régions du Ferlo (Sénégal), du Gourma (Mali) et du Sud-Ouest du Niger centré sur le Fakara au sein de la région sahélienne. Nous avons vu qu'au sein de ces micro-régions, le cadre physique présentait de grandes similarités, tout comme les activités agropastorales qui les caractérisaient, avec cependant un poids variable de l'élevage et du pastoralisme, majeur dans le Ferlo à l'inverse du Sud-Ouest du Niger où les activités agricoles sont dominantes, le Gourma se trouvant aujourd'hui dans une situation intermédiaire. Cependant, sur le plan strictement environnemental, les tendances observées semblent différer. Entre reverdissement, dégradation, ou désertification, les études ne sont pas toujours en accord, alors même que sur le plan climatique le retour à des conditions pluviométriques normales sinon favorables semble concerner les trois micro-régions.

Notre hypothèse de départ était que l'une des causes majeures de ces différences était à rechercher dans la diversité des réponses données par les sociétés rurales du Sahel à la crise climatique des années 1980 et aux évolutions socio-économiques récentes connues dans chacun des pays concernés et chacune des micro-régions. Cette diversité des réponses est elle-même directement dépendante des modes de perception et des représentations des agropasteurs. Dans ce cadre, nous avons développé une méthode générale qui articule la télédétection et les enquêtes de terrain. Ainsi, la première phase de notre méthode s'est appuyée sur la télédétection pour le suivi dans l'espace et dans le temps de la ressource fourragère à l'aide d'une méthode de classification non dirigée permettant d'effectuer des comparaisons rétrospectives afin d'apprécier l'évolution des états de surfaces. Ainsi avons-nous proposé une nomenclature commune aux trois micro-régions fondée sur la densité du couvert végétal et les types de sols présents dans chacune des micro-régions. Nous avons aussi développé une approche multi-scalaire articulant l'échelle locale et l'échelle micro-régionale pour mieux cerner les changements environnementaux**.** Le recours à la télédétection a permis de mettre en évidence les résultats suivants.

Le premier résultat est celui d'une évolution contrastée entre les micro-régions étudiées en termes de production de biomasse. Cette biomasse pouvant être considérée comme une ressource fourragère essentielle pour le maintien de l'activité pastorale, nous avons pu localiser sur le plan micro-régional les zones ayant un fort potentiel fourrager. A travers une cartographie diachronique de l'occupation du sol, nous avons mis en exergue différentes tendances en fonction des échelles d'observations. Tout d'abord, nous avons constaté qu'une tendance globale à la progression des surfaces végétalisées à l'échelle micro-régionale pouvait parfois masquer une régression importante du couvert végétal lorsqu'on étudie le phénomène à l'échelle locale comme c'est le cas dans le Fakara nigérien. En effet, dans le Fakara, nos observations mettent en évidence une progression globale de la couverture végétale à l'échelle micro-régionale, l'essentiel des secteurs de progression étant localisés au sud de la bande étudiée, aux confins du parc du W. En revanche, les surfaces végétalisées montrent d'importantes régressions au nord de la micro-région notamment sur le plateau même du Fakara où se situe la commune de Dantiandou.

Les dynamiques observées dans le Ferlo et dans le Gourma indiquent quant à elles une tendance à la progression des surfaces végétalisées durant la dernière décennie et ce, quelle que soit l'échelle d'observation. Cependant, l'analyse de la répartition spatiale des changements montre une opposition assez marquée entre le nord du Gourma et le sud où le couvert est plus dense. Si l'on retrouve cette opposition nord-sud dans le Ferlo conforme au gradient pluviométrique, on y note également un contraste ouest-est, l'ouest ayant une couverture végétale moins importante qu'à l'est du Ferlo, ce qui peut laisser supposer une différence dans l'utilisation du sol et des ressources végétales.

À une échelle plus locale, une certaine homogénéité a été observée au sein de la commune de Téssékré où l'occupation du sol est équilibrée entre stabilité et progression de la couverture du sol par la végétation. Dans la commune de Hombori, en revanche, l'hétérogénéité liée aux microreliefs induit des dynamiques contrastées entre les bas-fonds et les dunes sableuses où le couvert végétal est plus dense que sur les zones de cuirasses latéritiques. En ce qui concerne la commune de Dantiandou, la période 1973-2000-2001 est caractérisée par une stabilité voire une progression des espaces végétalisés. En revanche, lors de la décennie suivante, la situation s'inverse totalement : on a mis en évidence une régression sensible des surfaces végétalisées qui touche l'ensemble de la commune de Dantiandou, au moment même où les précipitations s'amélioraient.

La mise en perspective de ces résultats avec l'évolution de la pluviométrie montre une assez bonne corrélation entre les précipitations et la dynamique du couvert végétal dans les micro-régions étudiées. Cependant, avec des tendances climatiques comparables au niveau régional, la faible réponse du couvert végétal par rapport à la pluie dans certaines régions apparait comme le signe d'une anthropisation importante voire d'une intensification des pratiques agricoles, comme nous avons pu le constater dans le sud-ouest du Niger.

La seconde phase de notre démarche a consisté à mener des études de terrain dans les trois micro-régions (Ferlo, Gourma, Fakara) au sein desquelles nous avons retenu les mêmes points focaux que ceux pour lesquels la cartographie des changements d'occupation du sol a été réalisée à l'échelle locale : Téssékré au Sénégal, Hombori au Mali et Dantiandou au Niger, en plus d'un ensemble de villages dont les activités sont structurées autour de l'agropastoralisme. Ces études de terrain ont été fondées sur des observations et des entretiens auprès des agropasteurs locaux. Les enquêtes qui ont été menées avaient pour but de cerner les perceptions des agropasteurs afin de répondre aux questions suivantes : Quels liens peut-on établir entre observations des changements et perceptions des sociétés ? Quel sens donne-t-on aux pratiques ? Quelles stratégies ont été mises en place pour s'adapter aux différents changements qui marquent l'évolution des ressources agropastorales ? Afin d'atteindre ces objectifs, nous avons développé une méthode d'analyse des entretiens basée sur l'articulation entre la lexicométrie et les analyses plus classiques de contenu. Nous avons également opté pour la spatialisation de certains résultats de nos enquêtes. Les résultats de cette seconde phase basée sur les observations et enquêtes auprès des agropasteurs ont été essentiels pour mieux appréhender les pratiques et les stratégies agropastorales :

Dans le Fakara nigérien, parmi les perceptions exprimées, on retiendra par exemple le regard que portent les agropasteurs sur la situation d'insécurité dans le nord du Mali (déjà perceptible en 2009). Cette perception de l'insécurité s'est traduite par de nouveaux flux de transhumance en direction du sud du Niger et du Bénin. Ainsi, à la sécheresse et à l'aléa climatique sont venus s'ajouter les problèmes d'insécurité et d'instabilité politiques qui ont entraîné des modifications importantes dans les itinéraires traditionnels de transhumance. Par ailleurs, dans le Fakara, on relève l'expression d'une vulnérabilité accrue d'origine anthropique. Elle est perçue notamment à travers l'étendue des défrichements qui ne cessent de croitre au détriment de la ressource végétale utilisée pour l'élevage.

Dans le Ferlo sénégalais, on a pu constater que ce sont avant tout les impacts des activités anthropiques (feux de brousse, pannes des forages) qui sont invoqués par les agropasteurs. De tels impacts sont à mettre en lien avec un regain de l'élevage sur un espace pastoral qui se restreint au profit des cultures. Ainsi, ces perceptions guident les pratiques dans un contexte socio-environnemental en changement. Les capacités des activités d'élevage à tirer profit du nouveau contexte se traduisent notamment par une réorientation des flux de transhumance en direction du Sénégal oriental où la télédétection montre une progression du couvert végétal. Ces nouveaux parcours viennent s'ajouter à la transhumance en direction du Saloum de plus en plus entravée par l'extension des surfaces cultivées.

L'analyse textométrique du discours, conjuguée aux analyses de contenu des enquêtes menées dans le Gourma malien ont montré que les perceptions sont dominées par une vulnérabilité d'origine climatique notamment qu'il s'agisse de la sécheresse ou plus généralement des incertitudes quant à l'abondance des précipitations. La mobilité et la diversification des activités constituent les principales stratégies pour s'adapter à cette incertitude. Depuis la sécheresse de 1984, l'usage croissant de l'aliment bétail (le tourteau de coton) semble de plus en plus indispensable en complément à la mobilité pour les agropasteurs du Gourma.

La comparaison entre les micro-régions du Ferlo et du Gourma, nous a permis de déceler quelques éléments de généralisation dans un contexte de pression sur les ressources agropastorales. Ainsi, les agropasteurs du Ferlo comme ceux du Gourma dénoncent une pression générée par le passage des « autres » notamment par les pasteurs transhumants sur les ressources. Ces derniers sont considérés par les agropasteurs locaux des deux micro-régions comme responsables d'une réduction rapide et drastique des ressources agropastorales dans les localités de passage. Pour répondre à cette pression, les pratiques adaptatives vont dans le sens d'une appropriation des ressources sur un espace donné. Les formes d'appropriation vont de la mise en place de parcelles cultivées à la coupe de fourrage herbacé et ligneux sur pied ou encore au fauchage et au stockage des résidus de cultures après les récoltes. Dans un tel contexte, caractérisé par une forte concurrence sur les ressources et sur l'espace, aux conflits qui opposaient traditionnellement les agriculteurs sédentaires aux éleveurs, s'ajoutent à présent de fortes rivalités entre les groupes d'éleveurs. Par ailleurs, nous avons pu mettre en évidence par le recours aux outils de la statistique textuelle, que les acteurs institutionnels du Ferlo et du Gourma ont le même type de discours sur les ressources et les activités agropastorales. Leurs perceptions des activités et des comportements des agropasteurs s'expriment moins en termes de pratiques qu'en termes de gestion des ressources.

Ainsi, dans un contexte caractérisé par d'importants changements socio-environnementaux au Sahel, en croisant des études multiscalaires par télédétection et des enquêtes de terrain, cette thèse nous a permis d'une part de mettre à jour nos connaissances sur l'évolution des ressources végétales au Sahel depuis les grandes sécheresses, et d'autre part de mieux cerner les dynamiques rurales qui s'opèrent au regard des perceptions qu'ont les agropasteurs des changements de leur environnement.

PERSPECTIVES

Face aux changements socio-environnementaux mis en évidence dans cette thèse, plusieurs défis sont à relever pour le développement des activités agropastorales au Sahel. D'une manière générale, on peut se poser la question du devenir du pastoralisme au Sahel.

Concernant l'évolution des ressources pastorales, en particulier celle des ressources fourragères, nous avons vu que l'articulation des échelles micro-régionale et locale permet de cerner avec plus de nuances la question actuelle du reverdissement au Sahel. Sur la base des produits de la Télédétection tels que le NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), les observations récentes font état d'une augmentation générale de la production de biomasse à l'échelle de la bande sahélienne, laquelle est en lien avec l'amélioration sensible des conditions pluviométriques. Cependant, ces études, réalisées à l'échelle de la bande sahélienne, occultent les contrastes perceptibles à l'échelle locale entre différentes micro-régions. Ainsi, pour mieux appréhender les modalités spatiales du reverdissement au Sahel, il sera préférable de se fonder sur une approche multi-scalaire.

Parallèlement à la question du reverdissement, l'étude des tendances futures des ressources fourragères au Sahel doit conduire à questionner le projet de la grande muraille verte (GMV) et ses répercussions possibles sur les activités agropastorales. En effet, ce projet se donne comme objectif global de lutter contre l'avancée du désert par des pratiques de gestion durable des terres, de renforcer la protection des ressources naturelles et des systèmes de production d'une part, et d'autre part de renforcer les capacités d'adaptation et de résilience des populations locales. Son tracé traverse des espaces où les poches de reverdissement qui jalonnent le Sahel n'ont pas attendu le projet de la grande muraille verte. Plusieurs questions méritent alors d'être posées : n'assiste-t-on pas au retour des politiques imposées par le haut, après une période où une timide décentralisation s'était enclenchée ? Quel est le rôle assigné aux populations locales dans ce type de projet ? Enfin, le tracé de la grande muraille verte couvrant des espaces dédiés jusqu'ici au pastoralisme, on peut se demander quelle sera la place des éleveurs après sa réalisation. Plus précisément, dans la mesure où l'objectif de la GMV est de renforcer la protection des ressources naturelles et des systèmes de production, on peut se demander si la mobilité pastorale, qui a permis jusqu'ici de tirer profit des ressources disponibles en fonction de leur variabilité dans le temps et dans l'espace sera encore pratiquée ? Il serait donc intéressant de mener des enquêtes auprès des sociétés rurales occupant les lieux traversés par la grande muraille verte afin de mieux connaître leur vision de ce projet et de mieux comprendre le fonctionnement des socio-écosystèmes en question.

Dans un environnement sans cesse en mutation, dans un contexte politique et économique qui privilégie l'agriculture au détriment de l'élevage, on pourra également s'interroger sur le devenir d'un foncier rural qui soit compatible avec le développement des activités agropastorales au Sahel. En effet, les états sahéliens peinent à mettre en place et en application des législations adaptées au foncier pastoral. Nous avons ainsi pu constater, notamment au Sénégal, que les propriétés individuelles connaissent un accroissement important au détriment des parcours communautaires. Parallèlement, la forte croissance démographique qui caractérise les régions sahéliennes se traduit aussi par une augmentation de la demande en produits alimentaires issus de l'élevage (lait, viande). Cette forte demande stimule et redynamise l'élevage et a pour conséquence une augmentation du nombre d'acteurs intervenant dans ce secteur. Une spécialisation commence à se développer peu à peu avec la mise en place d'unités d'embouche, de fermes laitières. Ces processus aboutissent à une augmentation de la taille du cheptel dans l'ensemble des pays sahéliens, qui est le signe d'une grande adaptation des systèmes agropastoraux sahéliens malgré les difficultés environnementales et économiques telles qu'elles se sont exprimées lors des enquêtes que nous avons menées. Par delà les discours des agropasteurs que nous avons rencontrés, il faut souligner le dynamisme qui caractérise l'élevage, dynamisme souvent masqué par l'expression des contraintes.

Ainsi dans le cas du Ferlo, il est important de rappeler le développement de la spéculation sur les moutons et les bœufs dans le cadre des fêtes religieuses telles que la Tabaski et le Magal. En 2012, avec un taux d'accroissement moyen de la population humaine de 2,69% à l'échelle du Sénégal, le développement rapide des villes comme Dahra ou encore Touba contribue à accroître la demande en produits issus de l'élevage. Il serait intéressant d'étudier les nouvelles dynamiques qui s'opèrent au sein des activités d'élevage dans cette zone grâce à l'arrivée de nouveaux acteurs économiques qui se déploient dans le secteur de l'élevage et du commerce des animaux. Quel est le rapport de ces nouveaux acteurs vis-à-vis de l'élevage ? Comment sont-ils perçus par les éleveurs traditionnels ? Par ailleurs, afin d'atteindre l'autosuffisance alimentaire à l'horizon 2017, on peut s'attendre à d'importantes dynamiques rurales entre le Ferlo au nord et le bassin arachidier au sud notamment avec le développement du riz pluvial qui conduit à la mise en place d'un bassin agricole qui convergerait tel un front pionnier vers le Ferlo tirant ainsi profit de l'amélioration de la pluviosité. Une cartographie précise de ces mutations apporterait un éclairage nouveau sur le devenir des espaces agropastoraux du Ferlo.

Aujourd'hui, l'élevage sahélien doit aussi faire face au défi sécuritaire. Dans un contexte d'instabilité caractérisé par le conflit armé au nord du Mali, il serait intéressant d'étudier de près les conséquences de cette instabilité sur l'évolution des pratiques agropastorales notamment pour ce qui touche la transhumance entre le Gourma et le delta intérieur du Niger. On peut se demander quels seront les impacts de l'insécurité dans la région sur la mobilité pastorale et comment les axes traditionnels de la transhumance auront évolué durant ces crises conjoncturelles ? Comment sécuriser la transhumance

transfrontalière entre le Sénégal, le Mali, le Burkina Faso, le Niger, le Bénin et le Nigéria ? Avec les déplacements internes et transfrontaliers au Niger, au Burkina Faso, en Mauritanie et en Algérie, depuis 2012, qui se chiffrent à 57 000 personnes déplacées d'après le HCR, ces mouvements de masse liés à la crise dans le nord du Mali pourraient faire fortement évoluer l'occupation du sol entre le Gourma malien et le Fakara nigérien et engendrer ainsi d'importants changements sur le plan environnemental mais aussi sur le plan des pratiques rurales.

Au titre des capacités d'adaptation, il se peut également que l'on s'oriente vers un pastoralisme de plus en plus connecté avec l'avènement de la téléphonie mobile qui permet maintenant aux pasteurs sahéliens de communiquer à distance sur l'état des pâturages dans l'optique d'une transhumance de plus en plus efficace. Cette technologie semble également de plus en plus utilisée pour une meilleure cartographie de l'information pastorale car elle permet d'organiser les flux en fonction des secteurs à fort potentiel par rapport aux zones en déficit sur le plan des ressources pastorales. L'utilisation de la téléphonie mobile dans les marchés à bétail participe également à la spéculation sur la vente des animaux pour un meilleur profit. Il serait intéressant à l'avenir d'analyser l'impact de ces nouveaux moyens de communication dans le développement du pastoralisme sahélien.

Enfin, on devra envisager le devenir de l'élevage sahélien sous de nouveaux aspects. Parmi ces nouveaux aspects on peut citer le nouveau développement de l'élevage en zone périurbaine. On peut alors se demander si l'élevage périurbain ne modifiera pas à terme la géographie du pastoralisme. Comment s'organisera le pastoralisme sahélien entre les espaces ruraux d'élevage traditionnels tels que le Ferlo, le Gourma ou le sud du Niger et le développement de l'élevage en zone périurbaine des grandes villes comme Dakar, Bamako ou Niamey ? Comment se déclinera la complémentarité entre ces deux espaces en termes d'offre et de demande ou en termes d'accès aux ressources pastorales ? Les réponses à ces questions peuvent déboucher dans un avenir proche sur une nouvelle géographie du pastoralisme au Sahel.

ACKERMANN G., ALEXANDRE F., ANDRIEU J., MERING C., & OLLIVIER C., 2006, Dynamique des paysages et perspectives de développement durable sur la petite cote et dans le delta du Sine-Saloum (Sénégal). *VertigO-la revue électronique en sciences de l'environnement*, *7*(2).

ADGER W. N., 2006, Vulnerability, *Global Environmental Change 16(3):268-281*

AG MOHAMED M., 1992, Le haut Gourma central. *Edité par Edouard Le Floch: CEFE/CNRS, Montpellier, France.*

AGRIDAPE, 2009, Les éleveurs du Sahel face à la crise pastorale de 2009, Numéro spécial de octobre 2011, *IED Afrique « Innovation Environnement Developpement »*

ALBERGEL J., ET VALENTIN C., 1988, « Sahelisation » d'un petit bassin-versant soudanien : Kognéré-Boulsa au Burkina Faso. *Colloque Nordeste-Sahel. Les Hommes face aux sécheresses, I.H.E.A.L.Paris.*

ALEXANDRE F., GENIN A., GODRON M., & LECOMPTE M., 1998. Distribution des plantes et organisation de la végétation, *L'Espace géographique, 27 (3) : 228-238.*

ALEXANDRE F., MERING C., SALEM A., 2008, Le tapis végétal à livre ouvert. Essai de phytotextométrie spatiale, *In Groupe Dupont, UMR ESPACE : Demain la géographie. Permanences, dynamiques, mutations : Pourquoi ? Comment ? Géopoint 2006. Avignon : Groupe Dupont – ESPACE, 249-253.*

ALEXANDRE F., GÉNIN A., 2008, Continu et discontinu dans l'espace géographique. *Actes du colloque de Tours (novembre 2002), Tours : Presses de l'Université François Rabelais, 442 p.*

ALEXANDRE F., ANDRIEU J., GÉNIN A., SAN EMETERIO J.L., 2010, Vulnérabilité et résilience des ressources pastorales en fonction des fluctuations de la mousson et des transformations des sociétés rurales : tentative d'étude régionale le long du gradient bioclimatique soudano-sahélien, *Atelier AMMA (Analyses Multidisciplinaires de la Mousson Africaine)-France (Toulouse, novembre 2010), résumé dans AMMA Publications : [En ligne] URL : http://biblio.amma-international.org/*

ALEXANDRE F. & GENIN A., 2012. Géographie de la végétation. Modèles spatiaux, perspectives, concepts et outils. *Paris, Armand Colin (Coll. U - Géographie), 2012, 302 p.*

ALEXANDRE F., ANDRIEU J., GENIN A., SAN EMETERIO J.L., 2013, Exploration de la strate de variation bioclimatique du soudanien au sahélien (Bénin – Niger), *ANR ECliS Délivrable 6.3a, Vulnérabilité le long du gradient bioclimatique et de fertilité des sols, 46 pages*

ALI A., 2011, Climate variability and change in the Sahel. Understanding the current situation by observing. Climate change in the Sahel. A challenge for sustainable development. *AGRHYMET Monthly Bulletin (Special Issue), pp.17–20. http:/www.agrhymet.ne/PDF/Bulletin%20mensuel/specialChCang.pdf.*

ALI A., LEBEL T., AMANI A., 2003, Invariance in the spatial structure of Sahelian rainfields at climatological scales. J*. of Hydrometeor 4(6): 996–1011.*

ALI A ET LEBEL T., 2009, The Sahelian standardized rainfall index revisited, *International Journal of Climatology, Int. J.Climatol.29: 1705–1714 (2009).*

AMADOU B., ET BOUTRAIS J., 2012, Logiques pastorales et de conservation de la nature : les transhumances et le Parc du W (Niger, Burkina Faso, Bénin), *Autrepart, 60 (varia), pp 55-76.DOI : 10.3917/autr.060.0055.*

ANCEY V., CAMARA A.D., 2004, L'information sur les ressources naturelles en milieu pastoral : le secret des « modji jofde », les bons endroits. *XI World Congress of Rural Sociology Trondheim, Norway july 25-30, 2004.*

ANCEY V., WANE A., MÜLLER A., ANDRE D., LECLERC G., 2008, Payer l'eau au Ferlo Stratégies pastorales de gestion communautaire de l'eau, *Autrepart* 2/2008 (n° 46), p. 51-66. URL: www.cairn.info/revue-autrepart-2008-2-page-51.htm.

ANDRE D., MÜLLER A., 2008, Le Ferlo des feux de brousse ou l'expérience du PAPF en matière de lutte contre les feux de brousse, *Ministère de l'Environnement, de la Protection de la Nature, des Bassins de rétention et des Lacs artificiels, Direction Eaux & Forêts, Chasses et Conservation des Sols, PAPF.*

ANDRIEU J., 2008. Dynamique des paysages dans les régions septentrionales des Rivières-du-Sud (Sénégal, Gambie, Guinée-Bissau). *Thèse de doctorat en Géographie, Université Paris-Diderot Paris 7, 519 p.*

ANR ECLIS, 2013, Rapport Final, Janvier 2013, *référence du formulaire : ANR-FORM-090601-01-01.*

ANYAMBA A., TUCKER C.J., 2005, Analysis of vegetation sahelian dynamics using NOAA-AVHRR NDVI data from 1981-2003. *Journal of Arid Environments, 63, 596-614.*

ARBONNIER M., 2002, Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest. *Deuxième édition, CIRAD – MNHN, 573 p.*

AUBREVILLE A., 1949, Climats, forêts, et désertification de l'Afrique tropicale. *Paris, Société d'Éditions de Géographie maritime coloniale, 351 p.*

AUBREVILLE A., 1950, Flore forestière soudano-guinéenne. *Paris: Société d'éditions géographiques, maritimes et coloniales, 523 p.*

AZOULAY G., J.-C. DILLON J.C., 1993, La sécurité alimentaire en Afrique*: Manuel d'analyse et d'élaboration des stratégies, Paris, Karthala.*

BA B., 2008, Sémantique de l'approche alimentaire et rapports aux territoires: l'évolution des politiques publiques agricoles dans les pays du Sud*, In Économie et Solidarités, volume 39, numéro 1, 130p.*

BARBIER E.B., 1997**,** Economic determinants of land degradation in developing countries. *Philosophical Transactions of the Royal Society B, Vol 352, n°1356, 352: 891-899.*

BARRAL H., 1982, Le Ferlo des forages: gestion ancienne et actuelle de l'espace pastoral, *Dakar, 85p. ORSTOM.*

BARRAL H & BENOIT M., 1977, Nature et genre de vie au Sahel, l'année 1973 dans le nord de la Haute-Volta, *In stratégies pastorales et agricoles des sahéliens durant la sécheresse 1969-1974, sous la direction de Jean Gallais, 1977, Centre d'Etude de Géographie Tropicale (CEGET), CNRS.*

BEAUVILAIN A., 1977**,** Les Peul du Dallol Bosso et la sécheresse 1969-1973 au Niger. *In stratégies pastorales et agricoles des sahéliens durant la sécheresse 1969-1974, sous la direction de Jean Gallais, 1977, Centre d'Etude de Géographie Tropicale (CEGET), CNRS.*

BECERRA S., 2012, vulnerabilite, risques et environnement: l'itinéraire chaotique d'un paradigme sociologique contemporain*, VertigO – La revue en sciences de l'environnement, vol.12, n°1, mai 2012.*

BECERRA S., SAQALLI M., GANGNERON F., & DIA A. H., 2012, Ordinary vulnerabilities, coping strategies and future adaptability to water crises in the sahelian Mali (Gourma). *Human Ecology*.

BEHNKE R.H., SCOONES L., KERVEN C., 1993, Range ecology at disequilibrium. New models of natural variability and pastoral adaptation in Africa savannas. *London: Overseas Development Institute, 1993.*

BENOIT F., 2007, L'Afrique face à ses défis démographiques : un avenir incertain, *Paris, AFD-CEPED-Karthala, 379p.*

BERGE G., DIALLLO D., HVEEM B., 2005, Les plantes sauvages du sahel malien : les stratégies d'adaptation à la sécheresse des sahéliens, *Karthala,* Paris*,* 330p.

BERNUS E., 1977, Les tactiques des éleveurs face à la sécheresse : le cas du sud-ouest de l'Aïr. Niger, *In stratégies pastorales et agricoles des sahéliens durant la sécheresse 1969-1974, sous la direction de Jean Gallais, 1977, Centre d'Etude de Géographie Tropicale (CEGET), CNRS.*

BERNUS E., 1991, Touaregs, chronique de l'Awazak. *Editions Plume, Paris, 175 p*.

BERNUS E., 1995, Pasteurs face à la sécheresse: rebondir ou disparaître? /Shepards faced with drought: survival or disappearance? *Revue de géographie de Lyon*, *70*(3-4), 255-259.

BIASUTTI M., 2013, Forced Sahel rainfall trends in the CMIP5 archive. *Journal of Geophysical Research D: Atmospheres, 118(4), 1613-1623.*

BIDOU J-E, DROY I., 2009, Décrire la construction temporelle des vulnérabilités: observatoires ruraux et analyse historique des moyens d'existence dans le sud malgache , *In Risques et environnement: recherches interdisciplinaires sur la vulnérabilité des sociétés, Peltier A., Beccera S., l'Harmattan, pp.155-170.*

BIDOU J. E., DROY I., 2013, De la vulnérabilité individuelle aux syndromes de vulnérabilité: quelles mesures? *Revue Tiers Monde*, (1), 123-142.

BIERSCHENK T., **DE SARDAN J.P.O,** 1994, ECRIS : Enquête Collective Rapide d'Identification des conflits et des groupes Stratégiques, *Bulletin de l'APAD* [En ligne], 7 | 1994, mis en ligne le 23 novembre 2007, Consulté le 22 juin 2014. URL: http://apad.revues.org/2173.

BLANC-PAMARD C., MILLEVILLE P., 1985, Pratiques paysannes, perception du milieu et systèmes agraire, *In A travers champs, Agronomes et Géographes, Collection Colloques et Séminaires. ORSTOM, Paris, pp: 101-138.*

BLANCHET A., GOTMAN A., 2010, L'enquête et ses méthodes : L'entretien, 2e édition, *Armand colin, 128p.*

BOBEE C., MERING C., MAREGA O., SAN EMETERIO J.L., 2013, Intersite comparison of sahelian vegetation dynamics using MODIS data, *ANR ECliS - Tâche REGIO, Délivrable 6.2b*

BOBÉE C., MERING C., PALIBRK M., ANDRIEU J., TOULOUSE B., 2011, Assesing the present-day dynamics in the Sahelian environments using MODIS dataset. A Geostatistical approach. *Geophysical Research Abstracts*, 13, EGU2011-8520.

BODE S., 2004, Pratiques pastorales et biodiversité des parcours dans le canton de Dantchandou (Fakara). *Mémoire DESS, Niamey, Université Abdou Moumouni, 59 p.*
URL: http:// www.jircas.affrc.go.jp/project/africa_dojo/Metadata/ grad_research/09.pdf.

BONFIGLIOLI, A. M., 1988, « Dudal »Histoire de famille et histoire du troupeau chez un groupe de Wodaabé du Niger. *Edition de la Maison des Sciences de l'Homme, Cambridge University Press, Paris.*

BONFIGLIOLI A.M., 1990, Pastoralisme, agro-pastoralisme et retour : Itinéraires sahéliens, *Cah. Sci. Hum*. 26 (1-2) : 255-266.

BONFIGLIOLI A.M., 1991, Mobilité et survie. Les pasteurs sahéliens face au changement de leur environnement*, in Savoirs paysans et développement, sous la direction de G. Dupré, Karthala-ORSTOM, pp.237-252.*

BONN F., ROCHON G., 1993, Précis de télédétection, volume 1 : principes et méthodes*, presses de l'université du Québec, 485p.*

BONNASSIEUX A., 2010, Impacts des changements climatiques et environnementaux sur les mobilités et les migrations dans la région de Hombori au Mali : Evolution des migrations et diversification des activités de subsistance dans la région de Hombori, *Compte-rendu de la mission du 27 septembre au 21 octobre 2009, Université Toulouse le Mirail.*

BONNET B., 2013, Vulnérabilité pastorale et politiques publiques de sécurisation de la mobilité pastorale au Sahel. *Mondes en développement, 164 :* p. 71-91. DOI 10.3917/med.164.0071.

BOTTE R., BOUTRAIS J., SCHMITZ J., 1999, Figures peules, *Karthala*, Paris, 539p.

BOUDET G., TOUTAIN B., 1980, Intégration des fourrages ligneux dans les systèmes pastoraux et agropastoraux en Afrique, *In : Colloque sur les fourrages ligneux en Afrique, Addis Abeba, 8-12 Avril 1980.*

BOUDET G., 1972, Désertification de l'Afrique tropicale sèche. Adansonia. Série 2, 12(4), 505 524.

BOUDET G., 1976, Les pâturages sahéliens. Les dangers de dégradation et les possibilités de régénération. Principes de gestion des parcours sahéliens. *Maisons alfort, IEMVT, 58p.*

BOUDET G., 1979, Quelques observations sur les fluctuations du couvert végétal sahélien au Gourma malien et leurs conséquences pour une stratégie de gestion sylvo-pastorale, *revue bois et forêt des tropiques, n*°184, p31-33.

BOURGEOT A., 1999, Horizons nomades en Afrique sahélienne : sociétés, développement et démocratie, *Karthala, France.*

BOUTRAIS J., 1994, Pour une nouvelle cartographie des Peuls. *In: Cahiers d'études africaines. Vol. 34 N°133-135. 1994. pp. 137-146. doi : 10.3406/cea.1994.2044* http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/cea_0008-0055_1994_num_34_133_2044.

BOUTRAIS J., 1997, Gens du pouvoir, gens du bétail. In Boutrais J., Botte R., Schmitz J. (eds.) Figures peules. *Paris, Karthala, pp : 43-64.*

BOUTRAIS J., 1999, Journées de bergers au Nord-Cameroun. *In Poncet Y. (ed.) Les temps du Sahel: Hommage à Edmond Bernus. IRD, pp. 55-80.*

BOUTRAIS, J., 2008, Pastoralisme et aires protégées d'Afrique de l'Ouest en regard de l'Afrique de l'Est. *Aires protégées, espaces durables, 215-246.*

BYRNE G.F., CRAPPER P.F., MAYO K.K., 1980, Monitoring Land-Cover by Principal Component Analysis of Multitemporal Landsat Data, Remote *Sensing of Environment, n° 10 pp. 175-184.*

CAILLAULT S., BALLOUCHE A., DELAHAYE D., 2010, Organisation spatio-temporelle des feux de brousse. Approche comparative au Burkina Faso. *In: Foltête J.-C. (dir.), Actes des Neuvièmes Rencontres de Théo Quant, Besançon. ISSN 1769-6895.*

CALOZ R., & COLLET C., 2001, Précis de télédétection, Volume 3 - Système d'information géographique et de traitement numérique d'images de télédétection. *Sainte-Foy, Presses de l'Université du Québec / AUPELF, 398 p.*

CAMARA A.S.D., 2013, Le rapport au changement en société pastorale: Le cas des éleveurs du Ferlo et de Colonnat, *Thèse de doctorat, Université de Bourgogne, 345p.*

CAPPELAERE B., DESCROIX L., LEBEL T., BOULAIN N., RAMIER D., LAURENT JP., FAVREAU G., BOUBKRAOUI S., BOUCHER M., BOUZOU MOUSSA I., CHAFFARD V., HIERNAUX P., ISSOUFOU HBA., LE BRETON E., MAMADOU I., NAZOUMOU Y., OI M., OTTLE C., QUANTIN G., 2009, The AMMA-CATCH experiment in the cultivated Sahelian area of south-west Niger investigating water cycle response to a fluctuating climate and changing environment. *Journal of Hydrology 375: 34–51. DOI: 10.1016/j.jhydrol.2009.06.021.*

CASENAVE A., ET VALENTIN C., 1989, Les états de surfaces de la zone sahélienne, influence sur l'infiltration. *ORSTOM Editions, coll. Didactiques, Paris, 229 p.*

CESARO J., MAGRIN G., NINOT O, 2010, Atlas de l'élevage au Sénégal: Commerce et territoires - *Projet de Recherche ICARE, Paris, 2010.*

CHARNEY J.G., 1975, Dynamics of deserts and drought in Sahel. *Quart. J. Royal Meteor. Soc, 101, 193-202.*

CHAVEZ P.S., MACKINNON D.J., 1994, Automatic Detection of Vegetation Changes in the Southwestern United States Remotely Sensed Images, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 60, n° 5, pp. 571-583.*

CHAVEZ P.S., KWARTENG A.Y., 1989, Extracting Spectral Contrast in Landsat Thematic Mapper Image Data Using Selective Principal Components Analysis, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 55, n° 3, pp. 339-348.*

CHAVEZ P.S.,1989, Radiometric Calibration of Landsat Thematic Mapper Multispectral Images, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 55, n°9, pp. 1285-1294.*

CHEULA A., 2009, Dynamique de l'occupation des sols en milieu sahélien. *Espaces cultivés et couverture ligneuse dans la commune de Hombori, Mali. Mém. Master 2*.

CHEVALIER A., 1900, Les zones et les provinces botaniques de l'AOF, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, 130 (18) : 1205-1208.*

COMBESSIE J. C., 2007, II. L'entretien semi-directif. *Repères*, *5*, 24-32.

CORNIAUX C., LESNOFF M., ICKOWICZ A., HIERNAUX P., DIAWARA M. O., SOUNON A., JORAT T., 2012, Dynamique des cheptels de ruminants dans les communes de Tessékré (Sénégal), Hombori (Mali), Dantiandou (Niger) et Djougou (Bénin). *ANR EClis*.

COUREl M.F., 1985, Étude de l'évolution récente des milieux sahéliens à partir des mesures fournies par les satellites. *Thèse de doctorat d'Etat, Université Paris l, publiée par le Centre scientifique IBM France. Paris.*

COUREL M.F., CUQ F., TOUNSI I., 1988, Suivi de l'évolution des pâturages du sahel malien, *Mappe Monde*, p 26-31.

CSAO/OCDE, 2008, Le pastoralisme transhumant : une réalité dans les systèmes de production animale au Sahel et en Afrique de l'ouest, Elevage au sahel et en Afrique de l'ouest, *note aux décideurs n°3, 2008.*

CSAO/OCDE, 2015, An Atlas of the Sahara-Sahel: Geography, Economics and Security, *West African Studies, OECD Publishing, Paris.*

CSE, 2008, Suivi des feux au Sénégal, rapport de campagne 2007-2008.

CSE, 2009, Suivi des feux au Sénégal, rapport de campagne 2008-2009.

CSE, 2011, Suivi des feux au Sénégal, rapport de campagne 2010-2011.

CSE, 2012, Suivi des feux au Sénégal, rapport de campagne 2011-2012.

CSE., ROSELT/OSS., 2002, Synthèse des études diagnostiques des sites de l'observatoire du Ferlo*. Dakar, 10 p.*

DAGET PH., GODRON M., 1995, Pastoralisme : Troupeaux, espaces et sociétés. *HATIER, AUPELF, UREF, Universités francophones, 510p.*

DAGET PH., FAUGERE E., 2003**,** Enquête pastorale et enquête ethnographique: une question de symétrie, *Nature Sciences Sociétés, vol 11 no1-2003, pp: 46-50*.

DAHL G., 1983, La production dans les sociétés pastorales. *In Galaty J.G., Aronson D., Salzman P.C., Chouinard A. (Eds.). L'avenir des peuples pasteurs. Compte rendu de la conférence tenue à Nairobi, Kenya, 4-8 août 1980, pp: 220-231.*

D'AQUINO P., 1998, Les options agro-pastorales des sahéliens et leurs évolutions dans le nord du Burkina Faso. *Cah Agric 1998; 7: 93-101.*

DARDEL C., KERGOAT L., HIERNAUX P., MOUGIN E., GRIPPA M., TUCKER C.J., 2014, Re-greening Sahel: 30 years of remote sensing data and field observations (Mali, Niger), Remote Sensing of Environment 140 (2014) 350–364.

DARDEL C., KERGOAT L., HIERNAUX P., GRIPPA M., MOUGIN E., CIAIS P., NGUYEN C.C., 2014, Rain-Use-Efficiency: What it Tells us about the Conflicting Sahel Greening and Sahelian Paradox. *Remote Sens.* 2014, *6*, 3446-3474.

DARDEL C., KERGOAT L., HIERNAUX P., GRIPPA M., MOUGIN E., 2015, Entre désertification et reverdissement du Sahel. Que se passe-t-il vraiment? *In Sultan, B., Lalou, R., Sanni, M.A., Oumarou, A., Soumaré, M.A. (Eds), "*Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest*", Ed. IRD, 43-60.*

DAVIES S., 1996, Adaptable livelihoods: coping with food insecurity in the Malian Sahel. *New York, St Martin's Press Inc.*

DE BRUIJN M., VAN DIJK H., KAAG M., VAN TIL K., 2005, Sahelian pathways. Climate and society in central and south Mali. *Afr. Studies Centre, Leiden, The Nederlands, Res. Rep. 78, 303p.*

DECAMPS H., 2007, La vulnérabilité des systèmes socioécologiques aux événements extrêmes : exposition, sensibilité, résilience, *Natures Sciences Sociétés*, 15, 48-52. DOI : 10.1051/nss:2007023**.**

DE ROSNAY P., GRUHIER C., TIMOUK F., BAUP F., MOUGIN E., HIERNAUX P., KERGOAT L., LEDANTEC V., 2009, Multiscale soil moisture measurements at the Gourma meso-scale site in Mali*. J. Hydrol. 375 (1–2), 241–252.*

DE SARDAN J.P.O., 2003, L'enquête socio-anthropologique : recommandations à usage des étudiants. Etudes et travaux n°13, LASDEL, Niamey, Niger.

DE SARDAN J.P.O, ALOU M.T., 2009, Les pouvoirs locaux au Niger, Tome 1 : à la veille de la décentralisation, *CODESRIA (Dakar)-KARTHALA (Paris), p379.*

DESCROIX L., MAHÉ G., LEBEL T., FAVREAU G., GALLE S., GAUTIER E., OLIVRY J-C., ALBERGEL J., AMOGU O., CAPPELAERE B., DESSOUASSI R., DIEDHIOU A., LE BRETON E., MAMADOU I., SIGHOMNOU D., 2009, Spatio-Temporal Variability of Hydrological Regimes Around the Boundaries between Sahelian and Sudanian Areas of West Africa: *A Synthesis. Journal of Hydrology, AMMA special issue, 375, 90-102. Doi: 10.1016/j.jhydrol.2008.12.012.*

DESCROIX L., GENTHON P., AMOGU O., RAJOT J-L., SIGHOMNOU D., and VAUCLIN M., 2012: Change in Sahelian Rivers hydrograph: The case of recent red floods of the Niger River in the Niamey region. *Global Planetary Change, 98-99, 18-30.*

DESCROIX L., NIANG A.D., PANTHOU G., BODIAN A., SANE Y., DACOSTA H., ABDOU M.M., VANDERVAERE J.P., QUANTIN G., 2015, Evolution récente de la pluviométrie en Afrique de l'ouest à travers deux régions : la Sénégambie et le bassin du niger moyen, *Climatologie, vol. 12 (2015).*

DE WISPELEARE G., 1990, Dynamique de la désertification au Sahel du Burkina Faso : Cartographie de l'évolution et de recherches méthodologiques sur les applications de la télédétection*, Thèse d'ingénieur, CIRAD-EMVT, France, 546 p.*

DE WISPELAERE G., WAKSMAN G., 1977, Contribution du traitement des images satellite à la cartographie des pâturages sahéliens, *Revue Elev. Méd. vét. Pays trop, 30 (4): 407- 424.*

DE WISPELAERE G., PEYRE de FABREGUES B., 1991, Évaluation et suivi des ressources pastorales par télédétection spatiale dans la région du Sud-Tamesna (Niger)*. Maisons-Alfort, IEMVT, 93 p. (+ 1 vol. d'annexes).*

D'HERBES J.M. ET VALENTIN C., 1997, Land surface conditions of the Niamey region: ecological and hydrological implications, Journal *of Hydrology 188-189, 18-42.*

D'HERBES J.M., VALENTIN C., THIERY J.M., 1997, La brousse tigrée au Niger : synthèse des connaissances acquises : hypothèses sur la genèse et les facteurs déterminant les différentes structures contractées. *Paris : J. Libbey Eurotext, 1997, p. 131-152. Fonctionnement et Gestion des Ecosystèmes Forestiers Contractés : Atelier, Niamey (NER), 1995/11/20-25. ISBN 2-7420-0193-X.*

DIA A. H., BECERRA S., GANGNERON F., 2008, Crises climatiques, ruptures et transformations de l'action publique environnementale au Mali*. , Revue électronique canadienne des sciences de l'environnement : Vertigo*

DIA A., DUPONNOIS R., 2012, La Grande Muraille Verte : Capitalisation des recherches et valorisation des savoirs locaux. Nouvelle édition [en ligne]. Montpellier *: IRD Éditions, 2012 (généré le 25 juin 2015).*
<http://books.openedition.org/irdeditions/3247>. ISBN : 9782709917889.

DIA N., 2014, Commerce du bétail, villes et développement régional dans la zone sylvopastorale du Sénégal*, thèse de doctorat, URF des lettres et sciences humaines, Université Gaston Berger de Saint-Louis du Sénégal.*

DIALLO A., 1978, Transhumance : comportement, nutrition et productivité d'un troupeau de zébus de diafarabé. *Thèse CPS, Bamako (Mali).*

DIALLO A., GJESSING J., 1999, Gestion des ressources naturelles: morpho-pédologie du Gourma. *Programme de recherche SSE Mali-Norvège, CNRST-IER, Université d'Oslo, Norvège.*

DIARRA A., 1993, Utilisation des ressources naturelles et occupation de l'espace par les agriculteurs et les pasteurs en zone aride du Mali. *Thèse de doctorat, Université P. Valery, Montpellier, 333p.*

DICKO M.M., 2006, Ressources Naturelles et Gestion des conflits "cas du cercle de douentza", Maitrise en Anthropologie, *Université du Mali/Faculté des Lettres des Arts et des Sciences humaines*

DIEYE P.N., 2008., les politiques agricoles en Afrique subsaharienne : une symphonie inachevee, grain de sel, 41-42 : 6-7.

DIEYE E.H.B., **DIAW A.T.**, **SANE T.,** ET **NDOUR N.,** 2013, Dynamique de la mangrove de l'estuaire du Saloum (Sénégal) entre 1972 et 2010, *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Environnement, Nature, Paysage, document 629, mis en ligne le 09 janvier 2013, consulté le 07 juillet 2015. URL : http://cybergeo.revues.org/25671 ; DOI : 10.4000/cybergeo.25671.

DI MEO G., 1985, Les formations socio-spatiales ou la dimension infra-régionale en géographie, *Annales de géographie*, *n° 526, p. 661-689.*

DI MEO G., 1991, La genèse du territoire local : complexité dialectique et espace-temps, Annales de Géographie*, n° 559, p. 273-294.*

DIOP A.T., SY O., ICKOWICZ A., TOURÉ I., 2003, Politique d'hydraulique et gestion de l'espace et des ressources dans la région sylvopastorale du Sénégal, *actes du colloque international Organisation spatiale et gestion des ressources et des territoires ruraux, Montpellier, 9 p.*

DIOP A. T., CESARO J.-D., TOURE I., ICKOWICZ A., TOUTAIN B., 2012, Évolution des transhumances, *in Touré I., Ickowicz A., Wane A., Garba I., Gerber P. (éds.), Atlas des évolutions des systèmes pastoraux au Sahel : 1970-2012. Paris, FAO / CIRAD / CILSS, 14-15.*

DJABY B., 2000, Utilisation de la télédétection pour le suivi des parcours en zone agro-pastorale sahélienne*,* Mémoire de DEA*, Fondation Universitaire Luxembourgeoise, Arlon, Belgique.*

DJENONTIN A.J. P., HOUINATO M., TOUTAIN B., SINSIN B., 2009, Pratiques et stratégies des éleveurs face à la réduction de l'offre fourragère au Nord-Est du Bénin, *Sécheresse 2009; 20 (4) : 346-53*

DRAME Y.A., ALPHA GADO. B., 2006, Histoire des crises alimentaires au sahel: cas du Niger, *document présenté lors du Forum Régional sur la Souveraineté Alimentaire en Afrique de l'Ouest (FORESA) organisé par le ROPPA (Réseau des Organisations Paysannes et des Producteurs Agricoles), du 7 au 10 novembre 2006 à Niamey.*

DUBRESSON A. & RAISON J. P., 2003 (2e éd.). L'Afrique subsaharienne une géographie du changement. *Paris, Armand Colin (Coll. U – Géographie), 245 p.*

DUCHESNE S., HAEGEL F., 2009, L'enquête et ses méthodes : l'entretien collectif. *Collection 128. Paris : Armand Collin. 126p.*

DUGUE P., 1999, Utilisation de la biomasse végétale et de la fumure animale : impacts sur l'évolution de la fertilité des terres en zone de savanes. *Étude de cas au Nord-Cameroun, et essai de généralisation, Montpellier, France, Cirad-Tera : 180 p.*

DUMONT R., 1986, Pour l'Afrique, j'accuse. Journal d'un agronome au Sahel en voie de destruction, *Édition Terre Humaine, Paris*.

EL-RAEY M., NASR S., EL-HATTAB M., FRIHY O., 1995, Change detection of Rosetta promontory over the last forty years, Int. *J. Rem. Sens., 16 (1995), pp. 825–834.*

ESCADAFAL R., 2007, les bases de la surveillance de la désertification par satellites, *Sécheresse 2007 ; 18 (4) : 263-70, doi: 10.1684/sec.2007.0095.*

ESCADAFAL R., GIRARD M.C., COURAULT D., 1988, La couleur des sols : appréciation, mesure et relations avec les propriétés spectrales. *Agronomie, EDP Sciences, 1988, 8 (2), pp.147-154. <hal-00885082>.*

ESCADAFAL R., HUETE A., 1991, Étude des propriétés spectrales des sols arides appliquée à l'amélioration des indices de végétation obtenus par télédétection. *CR Acad Sci Paris 1991; 312: 1385-91.*

EVANS J., GEERKEN R., 2004, Discrimination between climate and human-induced dryland degradation, *Journal of Arid Environments* 57 (2004) 535–554.

FALL A., 2014, Le Ferlo sénégalais : Approche géographique de la vulnérabilité des anthroposystèmes sahéliens. *Thèse de doctorat, Université Paris 13, 380 p.*

FANCHETTE C., 1999, Colonisation des terres sylvo-pastorales et conflits fonciers en Haute-Casamance, *Collection tenures foncières pastorales No. 13, IIED.*

FAO, 2007, Les ruralités en mouvement en Afrique de l'ouest. *Département du développement durable – Division du développement rural*-organisation de coopération et de développement économiques -*Club du sahel et de l'Afrique de l'ouest,* mars 2007.

FAO, 2006, Sécurité alimentaire. *Note d'information, nº 2.*
En ligne : <ftp://ftp.fao.org/es/ESA/policybriefs/pb_02_fr.pdf>.

FAO, 1993, Développement durable des terres arides et lutte contre la désertification. Position de la FAO, *Département des forêts, Rome.*

FAY C., 1999, « Pastoralisme, démocratie et décentralisation au Maasina (Mali) », *In Bourgeot A. (dir.),* Horizons nomades en Afrique sahélienne : Sociétés, développement et démocratie*, Paris, Karthala, p. 115-136.*

FAY C., KONE Y.F., QUIMINAL C., 2006, Décentralisation et pouvoirs en Afrique*. En contrepoint, modèles territoriaux français*, Paris, IRD, 516 p.

FENSHOLT R., RASMUSSEN K., 2011, Analysis of trends in the Sahelian 'rain-use efficiency' GIMMS NDVI, RFE and GPCP rainfall data. *Remote Sensing of Environment* 115,438-451.doi:10.1016/j.rse.2010.09.014.

FERRY B., 2007, *L'Afrique* face aux défis démographiques. Un avenir incertain, *Paris, AFD-CEPED-Karthala.*

FLAMANT C., KNIPPERTZ P., PARKER D., CHABOUREAU J.P., LAVAYSSE C., AGUSTI-PANAREDA A., KERGOAT L., 2009, The impact of a mesoscale convective system cold-pool on the northward propagation of the inter-tropical discontinuity over West Africa. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc. 135, 139–165.*

FRASER R.H., ABUELGASIM A., & LATIFOVIC R., 2005, A method for detecting large- scale forest cover change using coarse spatial resolution imagery*. Remote Sensing of Environment, 95 (4) : 414-427.*

GALLAIS J., 1967, Le delta intérieur du Niger, étude de géographie régionale, *IFAN-Dakar, 2 tomes, 621 pages.*

GALLAIS, J., 1975, Pasteurs et paysans du Gourma *:* la condition sahélienne*, Travaux du CEGET, CNRS, 240p.*

GALLAIS J., 1984, Hommes du Sahel : espace-temps et pouvoirs, le delta intérieur du Niger 1960-1980, *Flammarion,* Paris.

GALLE S., EHRMANN M., PEUGEOT C., 1999, Water balance in a banded vegetation pattern: A case study of tiger bush in western Niger.
Catena, 37, 1-2, 197-216. http://dx.doi.org/10.1016/S0341-8162(98)90060-1.

GANGNERON F., 2009, Gestion effective des ressources pastorales à Hombori, *rapport de mission AMMA/ECLIS, 2009.*

GANGNERON F., 2013, Ressources pastorales et territorialité chez les agro-éleveurs sahéliens du Gourma des buttes », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement [En ligne], Volume 13 Numéro 3 | URL : http://vertigo.revues.org/ 14427 ; DOI : 10.4000/vertigo.14427.*

GARBA I., TOURE I., ICKOWICZ A., CESARO J. D., TOUTAIN B., 2012, Suivi des feux de brousse au Sahel, *In Touré I., Ickowicz A., Wane A., Garba I., Gerber P. (éds.), Atlas des évolutions des systèmes pastoraux au Sahel : 1970-2012. Paris, FAO / CIRAD / CILSS, 12-13.*

GARDELLE J., HIERNAUX P., KERGOAT L., & GRIPPA M., 2010, "Less rain, more water in ponds: a remote sensing study of the dynamics of surface waters from 1950 to present in pastoral Sahel (Gourma region, Mali)", *Hydrology and Earth System Sciences, 14(2), p.309-324.*

GAYE I.D., 2010, Analyses des règles formelles de gestion de l'élevage et des ressources pastorales sur la vulnérabilité/adaptabilité des populations rurales au Sénégal, *ESEA/PPZS, Janvier 2010.*

GIEC, 2007, Changements climatiques 2007. *Rapport de synthèse. Genève, GIEC, 114 p.* [En ligne] URL : http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_fr.pdf

GIRARD C.M., ET M.C., 1975, Application de la télédétection à l'étude de la biosphère, *Masson, 186p*.

GIRARD M.C., GIRARD C.M., 1999, Traitement des données de télédétection, *Dunod, Paris, 529p*

GLANTZ M.H., AND ORLOVSKY N.S., 1983, Desertification: A review of the concept. *Desertification Control Bulletin* 9: 15-22.

GODRON M., DAGET Ph., EMBERGER L., LE FLOC'H E., LONG G., POISSONET J., SAUVAGE Ch., WACQUANT J.-P., 1968, Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu. *Paris : Editions du CNRS, 292 p.*

GONIN A., 2014, Jeux de pouvoir pour l'accès aux ressources et devenir de l'élevage en Afrique soudanienne. Le foncier pastoral dans l'Ouest du Burkina Faso. *Thèse de doctorat en géographie, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Paris.*

GONIN A., 2016, Les éleveurs face à la territorialisation des brousses : repenser le foncier pastoral en Afrique de l'ouest, *Annales de géographie 2016/1 (N° 707), p. 28-50.* http://www.cairn.info/revue-annales-de-geographie-2016-1-page-28.htm

GREMONT C., 2013, Ancrage au sol et (nouvelles) mobilités dans l'espace saharo-sahélien : des expériences similaires et compatibles », L'Année du Maghreb *[En ligne], VII | 2011, mis en ligne le 01 janvier 2013, consulté le 16 septembre 2015.*
URL: http://anneemaghreb.revues.org/1203; DOI: 10.4000/anneemaghreb.1203

GRESILLON L., 2005, Sentir Paris : bien être et valeur des lieux, *thèse de doctorat, Université Paris 1-Panthéon-Sorbonne, 293p.*

GROUZIS M., AKPO L.E., 2006, interactions arbre-herbe au Sahel, *Sécheresse 2006 ; 17 (1-2) : 318-25.*

GUEDEGBE B.C., 2015, Boko haram : bras armé du terrorisme international, déstabilisation du Nigeria et reconfiguration géopolitique de la zone sahélienne, *Iris - observatoire géopolitique du religieux.*

GUENGANT J. P., BANOIN M., & QUESNEL A., 2003, Dynamique des populations, disponibilités en terres et adaptation des régimes fonciers: le cas du Niger. *CICRED, Comité international de coopération dans les recherches nationales en démographie, 144p.*
http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers11-03/010032613.pdf

GUERIN H., 1994, Base de données : valeur alimentaire des fourrages ligneux consommés par les ruminants en Afrique centrale et de l'Ouest. *Programme CCE-DGXIIST2.*

HAARSMA R.J., SELTEN F.M., WEBER S.L., AND KLIPHUIS M., 2005, Sahel rainfall variability and response to greenhouse warming. *Geophysical Research Letters, 32(17), L17702.*
Doi: 10.1029/2005GL023232.

HARDIN, G., 1968, The tragedy of commons*, Science, vol. 162 n° 3859 pp. 1243-1248.*
HERMANN S., ANYAMBA A., TUCKER C.J., 2005, Recents trends in vegetation dynamics in the African Sahel and their relationship to climate**.** *Global Environmental Change,* 15, 394-404.

HERVOUET J.P., 1977, Stratégies d'adaptation différenciées à une crise climatique : l'exemple des éleveurs agriculteurs du centre sud mauritanien-1969-1974, *In stratégies pastorales et agricoles des sahéliens durant la sécheresse 1969-1974, sous la direction de Jean Gallais, 1977, Centre d'Etude de Géographie Tropicale (CEGET), CNRS.*

HIERNAUX, P., 2010, Sampling of rural families and their farm units to study the social and environmental vulnerability in the district of Dantiandou (Niger).

HIERNAUX P., AYANTUNDE A., 2004, The Fakara: a semi-arid agro-ecosystem under stress. Report of research activities. *First phase (July 2002-June 2004) of the DMP-GEF programme (GEF/2711-02-4516) International Livestock Research Institute (ILRI). 94 p.*

HIERNAUX P., LE HOUEROU H.N, 2006, les parcours du sahel, *Sécheresse* vol17, n°1-2, p51-71.

HIERNAUX P., AYANTUNDE A., KALILOU A., MOUGIN E., GERARD B., BAUP F., GRIPPA M., DJABY B., 2009 a, Trends in productivity of crops, fallow and rangelands in Southwest Niger: Impact of land use, management and variable rainfall. Journal of Hydrology, 375, 65-77

HIERNAUX P., DIARRA L., TRICHON V., MOUGIN E., SOUMAGUEL N., BAUP F., 2009 b, Woody plant population dynamics in response to climate changes from 1984 to 2006 in Sahel (Gourma, Mali), *Journal of Hydrolo*gy (375) 103–113.

HIERNAUX P., MOUGIN E., DIARRA L., SOUMAGUEL N., LAVENU L., TRACOL Y., DIAWARA M., 2009, Sahelian rangeland response to changes in rainfall over two decades in the Gourma region, Mali, *Journal of Hydrology* (375), 114–127.

HIERNAUX P ET ADAMOU KALILOU A., 2010, Compte rendu préliminaire sur les enquêtes sur la composition, la dynamique et la reproduction du bétail sur un échantillon stratifié de 75 éleveurs ou agro-éleveurs de la commune de Dantiandou. *Document de travail ECliS.*

HIERNAUX, P., KALILOU A., MOUMOUNI O., GARBA S., 2010, Characterization of the changes in rural families and crop-livestock systems observed over fifteen years in the Dantiandou district (Niger). *Document de travail ECliS.*

HIERNAUX P., DIAWARA M., GANGNERON F., 2014, Quelle accessibilité aux ressources pastorales du Sahel ? L'élevage face aux variations climatiques et aux évolutions des sociétés sahéliennes, *Afrique contemporaine, 2014/1 n° 249, p. 21-35. DOI: 10.3917/afco.249.0021.*

HIERNAUX P., DIAWARA M.O., KERGOAT L., MOUGIN E., 2015, La contrainte fourragère des élevages pastoraux et agropastoraux du Sahel. Adaptations et perspectives. *In Sultan, B., Lalou, R., Sanni, M.A., Oumarou, A., Soumaré, M.A. (Eds), "Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest", Ed. IRD, 43-60*.

HOLLING C.S., 1973, Resilience and Stability of Ecological Systems. *Annual Review of Ecology and Systematics, Volume 4, pp.1-23.*

HOLLING C. S., 1986, The resilience of terrestrial ecosystems: local surprise and global change. *Sustainable development of the biosphere*, 292-317.

HOROWITZ M.M.,1977, les stratégies adaptatives au Sahel avant et après la sécheresse, *In stratégies pastorales et agricoles des sahéliens durant la sécheresse 1969-1974 : élevage et contacts entre pasteurs et agriculteurs, sous la direction de Jean Gallais, travaux et documents de géographie tropicale N°30, Centre d'Etude de Géographie Tropicale (CEGET), CNRS.*

HOUNTONDJI Y.C., 2008, Dynamique environnementale en zones sahélienne et soudanienne de l'Afrique de l'Ouest. Analyse de l'évolution et évaluation de la dégradation du couvert végétal. *Thèse de Doctorat en Sciences, Université de Liège, 131 p.*

Hubert H., 1920, Le dessèchement progressif en Afrique occidentale, *Bulletin du comité d'études historiques et scientifiques de l'Afrique occidentale française., 3, p.401-467.*

HULME M., 1996, Recent Climatic Change in the World's Drylands, *Geophysical Research Letters, 23, (1): 61–64.*

HULME M., 2001, Climatic perspectives on Sahelian dessication: 1973-1998. *Global Environmental Change, 11: 19-29.*

HUTCHINSON C.F., HERRMANN S.M., MAUKONEN T., WEBER J., 2005, Introduction: The "Greening" of the Sahel", *Journal of Arid Environments, 63(3), p.535-537.*

ICKOWICZ A., RICHARD D., MANLAY R., 2001, Étude de la valorisation des ressources fourragères par les éleveurs sur les terroirs agro-sylvo-pastoraux soudaniens : pratiques d'élevage et utilisation de l'espace. *Bois For Trop 2001; 4: 47-61.*

ICKOWICZ A., ANCEY V., LECLERC G., TOURE., DAMMAN G., DARLY S., 2005, Programme LEAD' pastoralisme et environnement au Sahel' (PESah). *Rapport final. CIRAD, Montpellier, 05 :107p.*

ICKOWICZ A., BAH A., BOMMEL P., CHOISIS J. P., ETIENNE M., GIBON A., LASSEUR J., MORALES H., TOURE I., TOURRAND J.F., 2010, Facteurs de transformation des systèmes d'élevage extensifs des territoires: étude comparée des dynamiques locales sur trois continents. *Cahiers Agricultures, 19* (2), 127-134. DOI : 10.1684/agr.2010.0382

JANICOT S., & FONTAINE B., 1993, L'évolution des idées sur la variabilité interannuelle récente des précipitations en Afrique de l'Ouest, *La Météorologie, 8 (1) : 28-53.*

JAUBERT R., 1997, La relance du plan d'action de lutte contre la désertification: les populations au centre des négociations*. In Tersiguel P. Et Becker C. (Eds.) Développement durable au Sahel, Sociétés, Espaces, Temps. Karthala, Clamecy- France, pp. 31-42.*

JONES B., 1938, Desiccation and the West African Colonies, *Geographical Journal, 91(5), p.401-423.*

KENK E., SONDHEIM M., YEE B., 1988, Methods for Improving Accuracy of Thematic Mapper Ground Covers Classifications, *Canadian Journal of Remote Sensing, Vol. 14, n°1, pp. 17-31.*

KERGOAT L., GRIPPA M., HIERNAUX P., RAMAROHETRA J., GARDELLE J., DARDEL C., GANGNERON F., GAL L., DESCROIX L., 2015 : Évolutions paradoxales des mares en Sahel non cultivé. Diagnostic, causes et conséquences. *In Sultan, B., Lalou, R., Sanni, M.A., Oumarou, A. et Soumaré, M.A. (Eds), « Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest », Ed. IRD, 193-207.*

KIAGE L.M., LIU K.B., WALKER N.D., LAM N., AND O. K. HUH O.K., 2007, Recent Land-Cover / Use Change Associated with Land Degradation in the Lake Baringo Catchment, Kenya, East Africa: Evidence from Landsat TM and ETM +. *International Journal of Remote Sensing 28:4285–4309.*

KIEMA A., TONTIBOMMA B.G., ET ZAMPALIGRE N., 2014, Transhumance et gestion des ressources naturelles au Sahel : contraintes et perspectives face aux mutations des systèmes de productions pastorales », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Volume 14 Numéro 3 | Décembre 2014, mis en ligne le 27 décembre 2014. URL : http://vertigo.revues.org/ 15404 ; DOI : 10.4000/vertigo.15404.

KRUEGER R., 1993, Quality Control in *Focus Group* Research. *In: MORGAN D. (Ed), Successful Focus Groups, A Sage focus edition, Newbury Park, London, New Delhi, pp. 65-87.*

LAMB P.J., & PEPPLER R.A., 1992, Further case studies of tropical Atlantic surface atmospheric and oceanic patterns associated with sub-Saharan drought*, Journal of Climate,5 : 476–488.*

LAMPREY H.F., 1975, Report on the desert encroachment reconnaissance in northern Sudan. *21 Oct. to 10 Nov. UNESCO/UNEP, Paris/Nairobi; republié en Desertification Control Bulletin 17, 1-7.*

LANDGREBE D.A., 1978, Useful Information from Multispectral Image Data: "Another Look", *In Remote Sensing. the Quantitative Approach, Eds. Swain & Davis, McGraw-Hili lnc., Purdue University, Ind., pp. 336-363.*

LAVAUDEN L., 1927, Les forêts du Sahara. *Revue des eaux et forêts 1927 ; 6/7 : 265-277/329-341.*

LE BARBÉ L., & LEBEL T., 1997, Rainfall climatology of the HAPEX-Sahel region during the years 1950–1990. *Journal of Hydrology*, *188*, 43-73.

LE BARBÉ L., LEBEL T., TAPSOBA D., 2002, Rainfall variability in West Africa during the years 1950-90. *Journal of climate*, *15*(2), 187-202.

LEBART L., SALEM A., 1994, Statistique textuelle, Paris, Dunod, 1994, 344 p. (disponible sur: http://ses.telecom-paristech.fr/lebart/ST.html ou Lexicometrica).

LEBEL., DIDHIOU T., AND LAURENT H., 2003, Seasonal cycle and interannual variability of the Sahelian rainfall at hydrological scales. J. Geoph. Res., 108(D8), 8389, doi:10.1029.

LEBEL T., & VISCHEL T., 2005, Climat et cycle de l'eau en zone tropicale : un problème d'échelle*, C. R. Géosciences, 337(1-2), 29-38.*

LEBEL T., & REDELSPERGER J. L., 2008, Le projet AMMA, un exemple d'étude intégré et multidisciplinaire sur un système climatique régional, *La Houille Blanche, 2-2008, 1-7.*

LEBEL T., & ALI A., 2009, Recent trends in the Central and Western Sahel rainfall regime (1990-2007) , *Journal of Hydrology, 375(1-2), p.52-64*.

LEBLON A., 2013, Le patrimoine pastoral au prisme de la décentralisation politique, Géographie et cultures *[En ligne], 79 | 2011, mis en ligne le 25 février 2013, consulté le 05 décembre 2015. URL : http://gc.revues.org/362 ; DOI : 10.4000/gc.362.*

LE HOUEROU H.N., 1978, Le rôle des ligneux fourragers dans la gestion des parcours, *8ème congrès forestier mondial, Jakarta, Indonésie, 26-28 Octobre 1978.*

LE HOUEROU H.N., 1980, Composition chimique et valeur nutritive des fourrages ligneux en Afrique tropicale occidentale. *In : Colloque sur les fourrages ligneux en Afrique, Addis Abeba, 8-12 Avril 1980.*

LE HOUEROU H.N., 1989, Classification écoclimatique des zones arides du Nord de l'Afrique. *Ecologia Mediterranea, XV (3–4): 95–144.*

LEIMDORFER F., ET SALEM A., 1995, Usages de la lexicométrie en analyse de discours, *Cah. Sci. hum. 31 (7) 1995 : 131-143.*

LE LAY M., et GALLE S., 2005, Variabilités interannuelle et intra-saisonnière des pluies aux échelles hydrologiques. La mousson ouest-africaine en climat soudanien. *Hydrological sciences journal, 50(3), 509-524.*

LE ROY E., 1999, A la recherche du paradigme perdu: Le foncier pastoral dans les sociétés sahéliennes. *In Horizons nomades en Afrique Sahélienne : Sociétés, développement et démocratie (ed.) A. Bourgeot. Paris : Karthala.*

LÉVÊQUE Ch., MUXART T., ABBADIE L., WEIL A. ET VAN DER LEEUW S., 2003, "L'anthroposystème : entité structurelle et fonctionnelle des interactions sociétés - milieux". *In LÉVÊQUE Ch. et van der LEEUW S. (éds) Quelles natures voulons-nous ?, Elsevier, Paris, pp. 110-129.*

LÉZINE A.M., 2009, Climatic history of the Arabian and African deserts. *Comptes rendus. Géosciences, 341, 569-574.*

LHOSTE PH., MILLEVILLE P., 1986, La conduite des animaux techniques et pratiques d'éleveurs. In Méthodes pour la recherche sur les systèmes d'élevage en Afrique intertropicale. *Actes de l'atelier de MBour (Sénégal). Maisons-Alfort. IEMVT-CIRAD/ISRA. Coll. Etudes et synthèses de l'IEMVT. n°20, pp: 247-268.*

L'HOTE Y., MAHÉ G., SOME B., TRIBOULE J.P., 2002, Analysis of a Sahelian annual rainfall index from 1896 to 2000; the drought continues. *Hydrological Sciences Journal 47 (4), 563–572.*

LUXEREAU A., ET BOUTRAIS J., 2005, Ressources biologiques spontanées et gestion locale dans un contexte de désertification (Niger), *Actes du Séminaire de l'IFB, Fonds documentaires de l'IRD, pp 41-46.*

LY I., 2004, Essai de présentation des tendances d'évolution du droit pastoral en Afrique de l'ouest Burkina-Faso, Guinée, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal, *Etudes juridiques de la FAO en ligne janvier 2004.*

LY M., TRAORE S.B., ALHASSANE A., SARR B, 2013, Evolution of some observed climate extremes in the West African Sahel, *Weather and Climate Extremes 1 (2013) 19–25.*

LYKKE A.M., 2000, Local perceptions of vegetation change and priorities for conservation of woody-savanna vegetation in Senegal *Journal of Environmental Management* (2000) 59, 107–120.

MAGNANI S.D., 2009, Formes de sécurisation des ménages d'éleveurs et validation d'un modèle de vulnérabilité pastorale dans le Gourma malien, *Mémoire de fin d'études*, *AgroParisTech, MNHN, CIRAD*.

MAGNANI S.D., 2010, Etudes de cas sur la vulnérabilité et l'adaptabilité des éleveurs face aux événements dans la commune de Hombori au Mali, *Tâche ELEV Délivrable ELEV 3.2, ECLIS- Elevage Climat et Société, Iram.*

MAGRIN G., NINOT O., CESARO J.D., 2011, L'élevage pastoral au Sénégal entre pression spatiale et mutation commerciale, *M@ppemonde 103 (2011.3).*

MAHÉ G., SERVAT E., MALEY J., 2005, Climate variability in the tropics, *In* Bonell M, Bruijnzeel L.A. (eds.), *Forests - water - people in the humid tropics : past, present and future hydrological research for integrated land and water management : hydrological processes in undisturbed forest*. *New York: Cambridge University Press, 2005, pp 267-286.*

MAHÉ G., & PATUREL J.E., 2009, 1896–2006 Sahelian annual rainfall variability and runoff increase of Sahelian Rivers. *Comptes Rendus Geoscience*, *341*(7), 538-546.

MAÏGA A., 1995, Sylvo-pastoralisme dans le sahel occidental du mali : mode d'alimentation des petits ruminants par les espèces ligneuses*. Collection FAO-INRA*, Avignon (France).

MAÏGA O., KUPER M., GOSSE-HEALY B., 2002, La riziculture traditionnelle autour de la mare de Débaré dans le delta intérieur du Niger au Mali. *In : Orange Didier (ed.), Arfi Robert (ed.), Kuper M. (ed.), Morand Pierre (ed.), Poncet Yveline (ed.), Témé B. (préf.) Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicales. Paris (FRA) ; Bamako : IRD CNRST, 2002, p. 75-100.*

MAINGUET M., 1990, La désertification: une crise autant socio-économique que climatique, *Sécheresse, 1: 187-195.*

MAMANE A., 2009, Evolution of land cover through the ROSELT Dantiandou observatory (Niger). *GEO Capacity Building Committee– 9th meeting, 27 – 28 April 2009, Athens, Greece.*

MANOLI C., 2010, Entre production pour le marché et sécurisation des familles : quels rôles tient l'élevage dans le Ferlo sénégalais ? Une approche par les trajectoires sociotechniques. *Colloque « Agir en situation d'incertitude », 22-24 novembre 2010, Montpellier, France.*

MARCOUX A., 1996, Interactions dynamique démographique ressources naturelles - environnement en Afrique de l'Ouest et Centrale, *Service du Programme de Population, FAO, Juin 1996.*

MAREGA O., FALL A., MERING C., SALEM A., 2013, Paroles d'éleveurs : perceptions, pratiques, stratégies pastorales dans le Sahel sénégalais. *Revue Lexicometrica :* ***http://www.tal.univ-paris3.fr/lexico/navigations/Int1.pdf.***

MAREGA O., 2009, Suivi par télédétection de l'évolution du couvert végétal au Sahel entre 1990 et 2007 : cas appliqué à la zone soudano-sahélienne de Hombori (Mali), *Mémoire de Mater 1, Université Paris Diderot-Paris 7, 96p.*

MARIE J.,1977, Stratégie traditionnelle d'adaptation à la sécheresse chez les éleveurs sahéliens : perte en bétail, mobilité, ethnie, *In stratégies pastorales et agricoles des sahéliens durant la sécheresse 1969-1974, sous la direction de Jean Gallais, 1977, Centre d'Etude de Géographie Tropicale (CEGET), CNRS.*

MARIE J., MORAND P., N'DJIM H., 2007, Avenir d'un fleuve*, Collection Expertise Collégiale, IRD éditions, Paris.*

MAROY CH., 1995, L'analyse qualitative d'entretien. *In : Abarello L. et al, Pratiques et méthodes de recherche en sciences sociales, A. Colin, Paris, pp 83-110.*

MARTY A., 1989, Terroirs, foncier et approche locale : quelques jalons, Paris, *Institut de Recherches et d'Applications des Méthodes de Développement (IRAM), document à diffusion limitée.*

MARTY A., 2001, Quelle(s) organisation(s) pour la gestion des pâturages ? -Réflexion autour de quelques approches, *In Tielkes, E., Schlecht, E., Hiernaux, P., in Elevage et gestion de parcours au Sahel, implications pour le développement, pp.211-224.*

MARTY A., 2001, La reconnaissance de la spécificité pastorale au sahel, *note demandée par Michel Merlet, Iram, Paris, 2001.*

MAS J.F., 2000, Une revue des méthodes et des techniques de télédétection du changement. *Canadian Journal of Remote Sensing, 26:4, 349-362.* *http://dx.doi.org/10.1080/07038992.2000.10874785*.

MERING C., JACQUEMINET C., 1988, Use of SPOT satellite images for inventory and follow-up of ligneous resources in the Sahel. *Acts of the 22th ERIM Symposium on Remote Sensing of Environment, October 20-26, 1988, Abidjan, 15p.*

MERING C., ANDRIEU J., SAN EMETERIO J.L., TOULOUSE B.,2010, Analyse spatio-temporelle du couvert végétal au Sahel par télédétection. Intérêt d'une approche multiscalaire", *In P. Martin éd., Les échelles pour les géographes et les autres. Cultures, finalités et pratiques scalaires, Géopoint 2010, Les échelles pour les géographes et les autres, 261-267.*

MERTZ O., CHEIKH MBOW C., REENBERG A., DIOUF A., 2008, Farmers' Perceptions of Climate Change and Agricultural Adaptation Strategies in Rural Sahel, *Environmental Management (2009) 43:804–816 DOI 10.1007/s00267-008-9197-0.*

MOHAMADOU A., 2009, Foncier, pouvoirs locaux et décentralisation dans le département de Dakoro (Niger) », *Bulletin de l'APAD [En ligne], 31-32 | 2009, mis en ligne le 26 juillet 2010, Consulté le 23 janvier 2011. URL: http://apad.revues.org/4052.*

MOOREHEAD R., 1991, Structural chaos: community and state management of common property in Mali. *Ph D. dissertation, Institute of development studies, university of Sussex, Brighton***.**

MOOREHEAD R., LANE C., 1995, Nouvelles orientations en matière de politique et de tenure foncières des ressources pastorales. *In Chantal Blanc-Pamard et Luc Cambrezy (eds.): « Dynamique des systèmes agraires: Terre, Terroir, Territoire: les tensions foncières » éd. ORSTOM, Colloques et séminaires, Paris, 472p.*

MOSELEY W.G., 1999, Assessment of decision-maker priorities in Mali (West Africa): findings from field visit #2. *Mimeo, Watkinsville GA, Sanrem-CRSP.*

MOSELEY W G., EARL J.A., DIARRA L., 2002, La décentralisation et les conflits entre agriculteurs et éleveurs dans le delta intérieur du Niger. *In : Orange Didier (ed.), Arfi Robert (ed.), Kuper M. (ed.), Morand Pierre (ed.), Poncet Yveline (ed.), Témé B. (préf.) Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicales. Paris (FRA) ; Bamako : IRD ; CNRST, 2002, p. 101-118.*

MOUGENOT B., CAILLOT D., 1996, Identification par télédétection des sols dégradés d'un domaine sahélien au Niger dans Surveillance des sols dans l'environnement par télédétection et SIG. *Actes du symposium international AISS, éditions ORSTOM, Paris, p169-p179.*

MUCHONEY D.M., HAACK B.N., 1994, Change Detection for Monitoring Forest Defoliation, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 60, n° 10, pp. 1243-1251.*

NATIONS UNIES, 2014, Perspectives démographiques mondiales, *édition 2012, départements des affaires économiques et sociales.*

NDONG J.B., 1996, L'évolution du climat au Sénégal et les conséquences de la sécheresse récente sur l'environnement. *Thèse de doctorat en Géographie, Université Jean Moulin, Lyon 3, 501 p.*

NERESTANT M., 1998, Anthropologie et sociologie à l'usage des jeunes chercheurs, *Karthala*, 2è édition, Paris.

NIANG I., RUPPEL O.C., ABDRABO M.A., ESSEL A., LENNARD C., PADGHAM J., AND URQUHART P., 2014, **«** Africa ». *In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros V.R., Field C.B., Dokken D.J., Mastrandrea M.D., Mach K.J., Bilir T.E., Chatterjee M., Ebi K.L., Estrada Y.O., Genova R.C., Girma B., Kissel E.S., Levy A.N., MacCracken S., Mastrandrea P.R., and White L.L., (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1199-1265.*

NICHOLSON S E., 1981, The historical climatology of Africa, *In Wigley T. M. L., Ingram M. J., Farmer G. (eds.), Climate and History, 249-270.*

NICHOLSON S.E, 2005, On the question of "the recovery" of the rains in the West African Sahel*. Journal of arid environments*.615-64.

NICHOLSON S.E., 2013, The West African Sahel: A review of recent studies on the rainfall regime and its interannual variability. *Hindawi Publishing Corporation ISRN Meteorology, vol. 2013, Article ID 453521, 32 pages, http://dx.doi.org/10.1155/2013/453521.*

NICHOLSON S.E. & PALAO I.M., 1993, A Reevaluation of Rainfall Variability in the Sahel- Characteristics of Rainfall Fluctuations , *International Journal of Climatology, 13(4), p.371-389.*

NICHOLSON S.E., SOME B.,& KONE B., 2000, An Analysis of Recent Rainfall Conditions in West Africa, Including the Rainy Seasons of the 1997 El Niño and the 1998 La Niña Years, *Journal of Climate, 13(14), p.2628-2640.*

NINOT O., 2010, Des moutons pour la fête : l'approvisionnement de Dakar en moutons de Tabaski, *Les Cahiers d'Outre-Mer [En ligne], 249 | Janvier-Mars 2010, mis en ligne le 01 janvier 2013, consulté le 02 mai 2016.*
URL : http://com.revues.org/5904 ; DOI : 10.4000/com.5904.

NORI M., 2007, La mobilité pastorale: une histoire à réécrire. *Cours modulaire sur le pastoralisme au Master PARC (productions animales en régions chaudes), CIRAD, Montpellier, 5p.*

NUTINI F., BOSCHETTI M., BRIVIO P.A., BARTHOLOMÉ E., HOSCILO A., STROPPIANA D., AND BOCCHI S., 2010, Analysis of Vegetation Pasture Climate Response on Sahel Region through 10 Years Remote Sensed Data. *In Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems and Hydrology, edited by C. M.Neale and A. Maltese. Proceeding of the SPIE Vol. 7824, 782404 (October 21, 2010), Toulouse: SPIE Press, ISSN: 0277-786X.*

OCDE/CSAO, 2014, Un atlas du Sahara-Sahel : Géographie, économie et insécurité, *Cahiers de l'Afrique de l'Ouest, éditions OCDE. http://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/un-atlas-du-sahara-sahel_9789264222335-fr*.

OLSSON L., EKLUNDH L. & ARDO J., 2005., A recent greening of the Sahel – trends, patterns and potential causes. *Journal of Arid Environments, 63: 556–566.*

OUEDRAOGO D., 2010, Perception et adaptation des éleveurs pasteurs au changement climatique en zones sahélienne, nord et sud soudaniennes du Burkina Faso*, Mémoire de DEA, IDR, Bobodioulasso.*

OUEDRAOGO M., DEMBELE Y., SOME L., 2010, Perceptions et stratégies d'adaptation aux changements des précipitations : cas des paysans du Burkina Faso, *Science et changements planétaires / Sécheresse, Volume 21, numéro 2, avril-mai-juin 2010.*

OUOBA A.P., 2013, Changements climatiques, dynamique de la végétation et perception paysanne dans le Sahel burkinabè*, Thèse de doctorat, Université de Ouagadougou, 305p.*

OZER P., 2000, Les lithométéores en région sahélienne: un indicateur climatique de la désertification. *GEO-ECO-TROP, N°24, 317 p.*

OZER P., ERPICUM M., DEMAREE G., VANDIEPENBEECK M., 2003, The Sahelian drought may have ended during the 1990s. *Hydrological Sciences Journal, 48: 489-492.*

PAHARI K., & MURAI S., 1999, Modelling prediction of global deforestation based on the growth of human population, *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing. 54 (5-6): 317-324.*

PANTHOU G., VISCHEL T., LEBEL T., 2014 **,**Recent trends in the regime of extreme rainfall in the Central Sahel. *International Journal of Climatology, 34, 3998-4006.*

PEDDLE D.R., 1993, An Empirical Comparison of Evidential Reasoning. Linear Discriminant Analysis. and Maximum Likelihood Algorithms for Alpine Land Cover Classification. *Canadian Journal of Remote Sensing. Vol.19. n°1. pp 31-44.*

PELISSIER P., 1966, Les paysans du Sénégal. Les civilisations agraires du Cayor à la Casamance. *Saint-Yrieix, Fabrègue, 939p.*

PELISSIER P., 1980, L'arbre dans les paysages agraires de l'Afrique noire. Paris, *Cahiers de l'ORSTOM, Serie Sciences Humaines, XVII (3-4) : 131-136.*

PENNING DE VRIES F. W. T., DJITEYE M.A., 1982, La Productivité des pâturages sahéliens : une étude des sols, des végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle, F. W. T. Penning de Vries & M. A. Djitéye, Wageningen: *Centre for Agricultural Publishing and Documentation.*

PEREIRA B., 2002, Approche système pour une simulation prospective des territoires appliquée à la gestion de la fertilité des sols dans la région du Fakara (niger), *mémoire de fin d'étude, Université catholique de Louvain.*

PERRIER G., 1999, Nouvelles orientations dans la gestion des parcours en Afrique, *In Ian Scoones Dir., Nouvelles orientations du développement pastoral en Afrique. Un environnement incertain, Coédition CTA/Karthala, pp. 91-109.*

PETIT S., 2000, Fourrage ligneux et parcours des troupeaux de pasteurs peuls de l'ouest burkinabé. *Note de recherche. Bois et Forêts des Tropiques, 265 (3) : 77-80.*

PINI G., TARCHIANI V., 2007, Les systèmes de production agro-sylvo-pastoraux du Niger. *CCTM working paper N. 20-22. Torino : Politecnico di Torino, 2007.*

PONCET Y., 1973, Cartes ethno-démographiques du Niger au 1/1 000 000, *Centre Nigérien de Recherche en Sciences Humaines, Niamey-1973.*

PONCET Y., 1986, Images spatiales et paysages sahéliens : une étude régionale des milieux naturels par télédétection, Azawagh, république du Niger, *Paris : Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer ORSTOM*, *Travaux et documents de l'ORSTOM num. 200, ISBN/ISSN/EAN : 978-2-7099-0818-4.*

QUIVY R., CAMPENHOUDT L.V., 2009, Manuel de recherche en science sociales, *Dunod,* 3è *édition, Paris.*

RABARIMANANA M.H., RAHARISON L.J.R., CHOROWICZ J., 2003, Cartographie des lavaka par télédétection: analyse des facteurs et gestion des espaces ruraux à Madagascar,*Télédétection, 3 (2-4) : 105-130.*

REYNAUD A., 1984, L'intérêt de la démarche comparative en géographie. In: *Espaces Temps*, 26-28, 1984. L'espace en société. Géographies d'aujourd'hui. pp. 26-33.
DOI : 10.3406/espat.1984.3211.
www.persee.fr/doc/espat_0339-3267_1984_num_26_1_3211.

RAYNAUT C., 1997, Sahels : Diversité et dynamiques des relations sociétés-nature, *éditions Karthala*, Paris.

REDELSPERGER J. L., THORNCROFT C. D., DIEDHIOU A., LEBEL T., PARKER D. J. & POLCHER J., 2006, African monsoon multidisciplinary analysis - An international research project and field campaign, *Bulletin of the American Meteorological Society, 87(12), p.1739-1746.*

REICH P.F., NUMBEM S.T., ALMARAZ R.A. ET ESWARAN H., 2001, Land resource stresses and desertification in Africa. *In Bridges E.M., Hannam I.D., Oldema L.R., Pening F.W.T., de Vries., Scherr S.C., S.J. et Sompatpanit, S. (dirs. de publ.). Responses to Land Degradation. Proceedings of the 2nd International Conference on Land Degradation and Desertification, Khon Kaen, Thailand. New Delhi (Inde), Oxford University Press.*

RETAILLE D., 2005, L'espace mobile, *In* ANTHEAUME B. et GIRAUT F. (dir.), *Le territoire est mort : vive les territoires ! Une refabrication au nom du développement*, Paris, IRD, p. 175-201.

RETAILLE D ET WALTHER O., 2008, Le modèle sahélien de la circulation, de la mobilité et de l'incertitude spatiale, *Autrepart*, 47, p. 109-124.

RGPH, 1988, Recensement général de la population et de l'habitat, 1988, INS (Institut National de la Statistique), *Niger.*

RGPH, 2001, Recensement général de la population et de l'habitat, 2001, INS (Institut National de la Statistique), *Niger.*

RGPH, 2010, Recensement général de la population et de l'habitat, 2010, INS (Institut National de la Statistique), *Niger.*

RICHARD, D., GUERIN H., ROBERGE G., & FRIOT D., 1989, La consommation de matière sèche de fourrages disponibles en zone tropicale. *In International Grassland Congress= Congrès International des Herbages (16, 1989, Nice, France). Section papers= Exposés des sections spécialisées.*

RISER J., 1999, Géographie physique de l'Afrique occidentale et Centrale, *Ellipses*, Paris cedex 15,160p.

ROEHRIG R., 2010, Variabilité intrasainnière de la mousson africaine : Caractérisation et Modélisation (Intraseasonal variability of the West African monsoon : Characterization and modeling). *PhD thesis, Paris-Est University, 2010.*

ROEHRIG R., BOUNIOL D., GUICHARD F., HOURDIN F, REDELSPERGER J., 2013, The present and future of the West African monsoon: a process-oriented assessment of cmip5 simulations along the amma transect. *J. Climate. Doi : 10.1175/JCLI-D-12- 00505.1.*

RUSTER J., 2009, Évolution du couvert végétal de la région de Tésséké́ré au Sénégal, par le biais de la télédétection. *Mémoire de Master 1 Géographie, Université Paris-Diderot Paris, 80 p.*

SADER S.A., WINNE J.C., 1992, RGB-NDVI Colour Composites for Visualizing Forest Change Dynamics, *International Journal of Remote Sensing, Vol. 13, n°16. pp. 3055-3067.*

SADORGE L.T., 1913, Notes Circulaires, *archives de Vincennes, Soudan, carton 8.*

SALEM A., 1982, Analyse factorielle et lexicométrie : synthèse de quelques expériences, *In: Mots, mars 1982, N°4. Abus de mots dans le discours. Désabusement dans l'analyse du discours. pp. 147-168.*

SALEM A., 1986, Segments répétés et analyse statistique des données textuelles. *In: Histoire & Mesure, 1986 volume 1 - n°2. pp.5-28.*
http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/hism_0982-1783_1986_num_1_2_1518.

SAMBO B., 2010, Etudes de cas sur la vulnérabilité et l'adaptabilité des éleveurs face aux événements dans la commune de Dantiandou au Niger, *Tâche ELEV Délivrable ELEV 3.2, ECLIS Environnement Climat et Société, Iram.*

SAN EMETERIO J.L., ALEXANDRE F., ANDRIEU J., GENIN A., ET MERING C., 2013, Changements socio-environnementaux et dynamiques des paysages ruraux le long du gradient bioclimatique nord-sud dans le sud-ouest du Niger (régions de Tillabery et de Dosso) , *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement., URL: http://vertigo.revues.org/14456 ; DOI : 10.4000/vertigo.14456.*

SAN EMETERIO J.L., 2015, Désertification ou reverdissement ? Etude multiscalaire de l'évolution du couvert végétal en Afrique sahélienne à partir de données de télédétection. *Thèse de doctorat, Université Paris Diderot-paris 7, 265p.*

SANFORD S., 1982, Pastoral strategies and desertification: opportunism and conservatism in dry lands*, In: Spooner B, Mann HS, eds. Desertification and Development_ London: Academic Press, 1982.*

SANOGO S., FINK A.H., OMOTOSHO J.A., BA A., REDL R. ET ERMERT V., 2015: Spatio-temporal characteristics of the recent rainfall recovery in West Africa. *Int. J. Climatol.DOI: 10.1002/joc.4309.*

SANTOIR C., 1977, Les sociétés pastorales du Sénégal face à la sécheresse 1972-1973 : réactions à la crise et degré de rétablissement 2 ans après, le cas des peul du «Galodjina » , *In stratégies pastorales et agricoles des sahéliens durant la sécheresse 1969-1974, sous la direction de Jean Gallais, 1977, Centre d'Etude de Géographie Tropicale (CEGET), CNRS.*

SANTOIR C., 1983, Raison pastorale et politique de développement : les Peul sénégalais face aux aménagements, *ORSTOM, Paris, 185p.*

SARR M.A., 2009, Cartographie des changements de l'occupation du sol entre 1990 et 2002 dans le nord du Sénégal (Ferlo) à partir des images Landsat », *Cybergeo : European Journal of Geography [En ligne], Environnement, Nature, Paysage, document 472,*
URL : http://cybergeo.revues.org/ 22707 ; DOI : 10.4000/cybergeo.2270.

SAWADOGO I., 2011, Ressources fourragères, représentations des éleveurs et évolution des pratiques pastorales en contexte d'aire protégée : cas du terroir de Kotchari à la périphérie de la réserve de biosphère du W au Burkina Faso. *Thèse, MNHN, Paris, 336 p.*

SCOONES I., 1999, Les nouvelles orientations du développement pastoral en Afrique, *In Ian Scoones Dir., Nouvelles orientations du développement pastoral en Afrique. Un environnement incertain, Coédition CTA/Karthala, pp. 17-73.*

SECK A., MONDJANNAGNI A., 1975, L'Afrique occidentale, *PUF-PARIS-1975, ISBN: 9782130335290, 304p.*

SIDIBE M., 2005, Migrants de l'arachide: la conquête de la forêt classée de Pata, Casamance. *Paris: IRD (coll. À travers champs), 301p.*

SIDIKOU A.H., 1977, La stratégie adaptative et ses limites des Zarma du zarmanganda (république du Niger) face à la sécheresse actuelle (1965-1976*), In stratégies pastorales et agricoles des sahéliens durant la sécheresse 1969-1974, sous la direction de Jean Gallais, 1977, Centre d'Etude de Géographie Tropicale (CEGET), CNRS.*

SIGHOMNOU D., DESCROIX L., GENTHON P., MAHE G., BOUZOU MOUSSA I., GAUTIER E., MAMADOU I., VANDERVAERE J.P., BACHIR T., COULIBALY B., RAJOT J.L., MALAM ISSA O., MALAM ABDOU M., DESSAY N., DELAITRE E., MAIGA O.F., DIEDHIOU A., PANTHOU G., VISCHEL T., YACOUBA H., KARAMBIRI H., PATUREL J.E., DIELLO P., MOUGIN E., KERGOAT L., HIERNAUX P., 2013, La crue de 2012 a Niamey : un paroxysme du paradoxe du Sahel ? *Secheresse 24 : 3-13. Doi : 10.1684/sec.2013.0370.*

SORO G., AHOUSSI E.K., KOUADIO E.K., SORO T.D., OULARE S., SALEY M.B.., SORO N., BIEMI J., 2014, Apport de la télédétection à la cartographie de l'évolution spatio-temporelle de la dynamique de l'occupation du sol dans la région des Lacs *(Centre de la Côte d'Ivoire), Revue Internationale des Sciences et Technologie, Vol 10, No 3 (2014)*.

SOULEYE YERO K., 2013, Evolution de l'occupation des sols dans l'ouest du Niger : influence sur le cycle de l'eau. *Thèse de doctorat de géographie, Université de Grenoble.*

STEBBING E. P., 1935, The Encroaching Sahara: The Threat to the West African Colonies, *Geographical Journal, 85(6), p.506-524.*

STENNING D., 1959, Savannah Nomads, *Londres: Oxford University Press, 359 p.*

SULTAN B., 2002, Etude de la mise en place de la mousson en Afrique de l'Ouest et de la variabilité intra-saisonnière de la convection : application à la sensibilité des rendements Agricoles*, Thèse soutenue à l'Université de Paris 7*, 283p.

SULTAN B., JANICOT S., 2000, Abrupt shift of the ITCZ over West Africa and intra-seasonal variability. *Geophysical Research Letters*, *27*(20), 3353-3356.

SY O., 2010, La transhumance transfrontalière, source de conflits au Ferlo (Sénégal). Mappemonde, [En ligne] URL : http://mappemonde.mgm.fr/ num26/articles/art10201.pdf.

TAIBI A N., 2015, Désertification et dégradation. Ré-interrogation des concepts à la lumière d'exemples africains. *HDR, Université d'Angers, 171p.*

THEBAUD B., 1988, Elevage et développement au Niger: quel avenir pour les éleveurs du Sahel? *Réflexions sur les causes de la crise pastorale à partir de la situation de l'élevage dans l'est du Niger*.

THÉBAUD B., 1995, Land Tenure, Environmental Degradation and Desertification in Africa: Some Thoughts based on the Sahelian example, *London, IIED.*

THIAM S., 1997, Suivi des écosystèmes sahéliens à partir de la télédétection satellitale : application au delta intérieur du Niger (Mali) et à la région du lac de Guiers (Sénégal) .*Thèse présentée à l'Université de Paris 1 Panthéon-Sorbonne*, *ANRT* ,187p.

TIMOUK F., MOUGIN E., HIERNAUX P., KERGOAT L., GIRPPA M., DE ROSNAY P., LE DANTEC V., DEMAREZ V., LAVENU F.,ARJOUNIN M., LEBEL T.,SOUMAGUEL N., CESCHIA E., MOUGENOT B., BAUP F., FRAPPART F., FRISON P.L., GARDELLE C., GRUHIER C., JARLAN L., MANGIAROTTI S., SANOU B., TRACOL Y., GUICHARD F., TRICHON V., DIARRA L., SOUMARÉ A., KOÏTÉ M., DEMBÉLÉ F., LLOYD C., HANAN N.P., DAMESIN C., DELON C., SERÇA D.,GALY-LACAUX C., SEGHIERI J., BECERRA S., DIA H., 2009, The AMMA-CATCH Gourma observatory site in Mali: Relating climatic variations to changes in vegetation, surface hydrology, fluxes and natural resources, *Journal of Hydrology Volume 375, Issues 1–2, 30 August 2009, Pages 14–33.*

TOLLENS E., 1995, « Réflexions d'un agroéconomiste », *In R. DEVISCH, F. DE BOECK et D. JONCKERS (dir.), Alimentations, traditions et développements en Afrique intertropicale, Paris, L'Harmattan, 303 p.*

TOUNSI I., 2010, Espace et SIG, une application au Gourma malien. *L'Information géographique* 2/2010 (Vol. 74), p.53-63
URL: *www.cairn.info/revue-l-information-geographique-2010-2-page-53.htm.*
DOI : 10.3917/lig.742.0053.

TOURE I., DIOP A.T., AKPO L.E., ICKOWICZ A., BAKHOUM A., SECK M.D., KA A., 2010, Typologies des ressources en eau et en fourrage: cartes des ressources pastorales, de l'occupation des sols, inventaires et caractérisation des points d'eau pastoraux, *ANR – ECLIS, Tâche ECOS.*

TOURE I., ICKOWICZ A., WANE A., GARBA I., GERBER P., 2012, Atlas des évolutions des systèmes pastoraux au Sahel. *Système d'information sur le pastoralisme au Sahel (SIPSA), Rome, FAO, CIRAD.*

TOURE O., 1990, Ngaynaaka majji : la perte des pratiques pastorales dans le Ferlo (Nord Senegal) - *Londres : IIED, 1990*.

TOURE O., 2010, Etudes de cas sur la vulnérabilité et l'adaptabilité des Eleveurs face aux événements dans la commune de Tessékré au Sénégal, *Projet ANR ECLIS. IRAM, Montpellier. 105 p.*

TOURE O., & ARPAILLANGE J., 1986, Peuls du Ferlo, Paris : *L'Harmattan, 77 p.*

TOUTAIN B., MARTY A., BOURGEOT A., ICKOWICZ A. & LHOSTE P., 2012, Pastoralisme en zone sèche. Le cas de l'Afrique subsaharienne. *Les dossiers thématiques du CSFD. N°9. Février 2012. CSFD/Agropolis International, Montpellier, France. 60 pp.*

TRACOL Y., 2004*,* Etudes des variations interannuelles de la production herbacée des pâturages sahéliens : exemple du Gourma malien*. Thèse présentée à l'université de Toulouse III-Paul Sabatier, préparée au Centre d'Etudes Spatiales de la Biosphère (CESBIO).*

TRAORE A., 2003, Filière Fourrages ligneux dans la région de Sikassso, *Jèkagnini/Délégation d'Inter-coopération au Sahel, Mali.*

TROCHAIN J., 1940, Contribution à l'étude de la végétation du Sénégal. *Paris: Larose, 433 p.*

TSCHAKERT P., 2006, Views from the vulnerable: Understanding climatic and other stressors in the Sahel, *Global Environmental Change 17 (2007) 381–396.*

TUCKER C.J., DREGNE H.E., NEWCOMB W.W.,1991, Expansion and Contraction of the Sahara Desert from 1980 to 1990, *Science, 253(5017), p.299-301.*

TUCKER C. J., & NICHOLSON S E., 1999, Variations in the size of the Sahara Desert from 1980 to 1997, *Ambio, 28(7), p.587-591.*

TURNER M.D., 1992, Life on the margin. Fulbe herding practices and the relationship between economy and ecology in the inland Niger delta of Mali. *PhD thesis, University of California,* Berkeley*, 469 p.*

TURNER B.L., KASPERSON R.E., MATSON P.A., MCCARTHY J.J., CORELL R.W., CHRISTENSEN L., ECKLEY N., KASPERSON J.X., LUERS A., MARTELLO M.L., POLSKY C., PULSIPHER A., ET SCHILLER A., 2003, A framework for vulnerability analysis in sustainability science, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 100, 14, pp. 8074-8079. DOI: 10.1073/pnas.1231335100.

VERON J.B., 2014, Les dynamiques du pastoralisme au Sahel, *Afrique contemporaine, 2014/1 n° 249, p. 11-19. DOI : 10.3917/afco.249.0011.*

VISCHEL T., LEBEL T., PANTHOU G., QUANTIN G., ROSSI A., MARTINET M., 2015, Le retour d'une période humide au Sahel ? Observations et perspectives. *In Sultan, B., Lalou, R., Sanni, M.A., Oumarou, A., Soumaré, M.A. (Eds), "*Les sociétés rurales face aux changements climatiques et environnementaux en Afrique de l'Ouest*", Ed. IRD, 43-60*.

WAGENAAR K.T., DIALLO, SAYERS A.R., 1988, Productivité des bovins peuls transhumants dans le delta intérieur du Niger au Mali, *Numéro 13 de ILCA research report, ILRI (aka ILCA and ILRAD), 64 pages.*

WALKER B., CARPENTER S., ANDERIES J., ABEL N., CUMMING G., JANSSEN M., LEBEL L., NORBERG J., PETERSON G.D., AND PRITCHARD R., 2002, Resilience management in social-ecological systems: a working hypothesis for a participatory approach. *Ecology and Society 6(1):14. [Online] URL: http:// www.ecologyandsociety.org/ vol6/iss1/art14/.*

WANE A., 2006, Economie du pastoralisme: une analyse bibliographique (Afrique de l'Ouest). *Initiative Mondiale pour un Pastoralisme Durable (IMPD), IUCN EARO, PPZS, 23p.*

WEISMILLER R.A., KRISTOFF S.J., SCHOLZ D.K., ANUTA P.E., MOMIN S.A., 1977, Change Detection in Coastal Zone Environments, *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. Vol. 43, no 12. pp. 1533-1539.*

WHITE F., 1986, La végétation de l'Afrique. Mémoire accompagnant la carte de végétation de l'Afrique. Paris, UNESCO/ AETFAT /UNSO-ORSTOM et UNESCO*, collection Recherches sur les ressources naturelles, n° 20, 384 p. + 4 cartes.*

WHYTE A.V.T., 1978, Perception de l'environnement : lignes directrices méthodologiques pour les études sur le terrain, *Notes techniques du MAB 5, UNESCO 1978, Paris.*

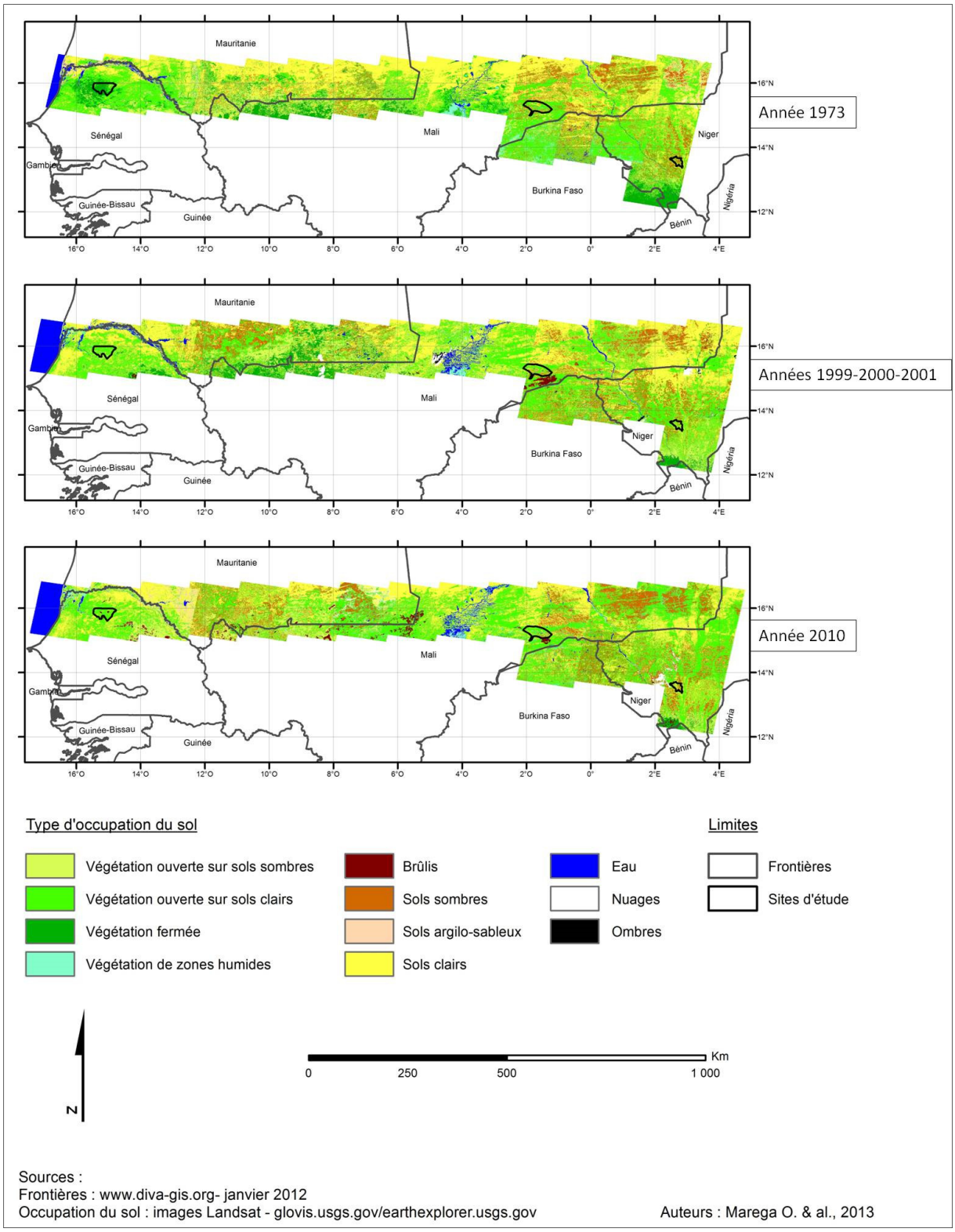
WISNER B., BLAIKIE P., CANNON T., ET DAVIS I., 2004, At Risk, Natural hazards, people's vulnerability and disasters, Second edition (1st edition in 1994), *New York, Routledge, 470 p.*

ZOROM M., BARBIER B., MERTZ O., ZOUNGRANA T.P., 2010, Les stratégies d'adaptation des ruraux sahéliens à la variabilité climatique: analyse de la diversité. *Global change: Facing Risks and Threats to water Resources (Proc.of the sith World FRIEND Conference, Fez, Morocco, October 2010). IAHS Publi.340, 2010, 286-294.*

ANNEXES

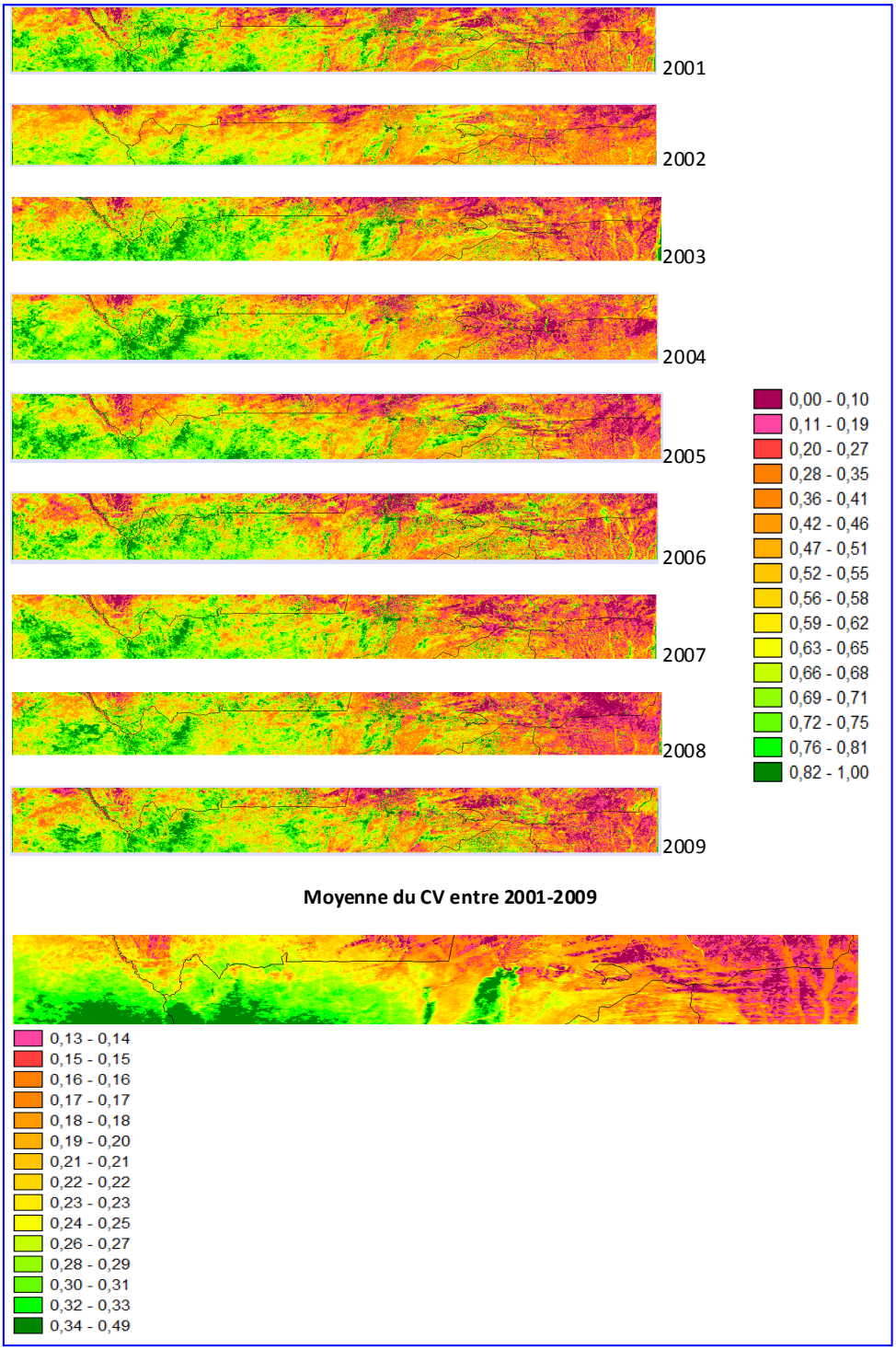
ANNEXE 1: Cartographie de l'occupation du sol sur l'axe sahelien Ferlo-Gourma Fakara

Pour couvrir la bande étudiée, nous avons traité une par une, 19 images Landsat à trois dates différentes soit 57 scènes Landsat au total. Les contraintes liées à la saisonnalité ont rendu difficile l'homogénéisation de l'ensemble des images traitées pour obtenir une mosaïque plus lisse.



ANNEXE 2: Coefficient de variation du NDVI Modis à l'échelle du Sahel sur la période 2001-2009

Inspiré de (Bobée et al, 2013), nous avons calculé le coefficient de variation du NDVi modis sur l'ensemble de la bande sahélienne entre 2001 et 2009. Cet indice mesure la variation relative intra-annuelle et inter-annuelle dans la série temporelle. Les valeurs moyennes du CV oscillent entre 0.13 et 0.49 pour l'ensemble de la bande. Il y a un contraste entre l'Ouest (Sénégal oriental, Ouest malien) qui enregistrent les plus forts coefficients de variation (0.3, 0.4) et la partie Est de la bande (Ouest nigérien) avec des valeurs qui oscillent entre 0.1 et 0.2. Le delta intérieur du Niger se distingue avec des valeurs qui oscillent entre 0.2 et 0.4.



ANNEXE 3 : Guide thématique des enquêtes

Description du village étudié.

L'objectif ici est de faire une description du village et des activités dans le but de mieux saisir l'espace étudié.

Attendus : Les échanges doivent permettre de dégager les caractéristiques générales du village ainsi que de principales activités qui s'y déroulent.

Thématiques des questions de relance :

Le chef de village : Nomination, son rôle, ses pouvoirs…

Population : les effectifs récents, passés, migrations…

Activités socioéconomiques : la place de l'agriculture aujourd'hui, dans le passé, la place de l'élevage aujourd'hui, dans le passé, autres activités…

Ressources naturelles : les principales ressources naturelles (Eau, végétation…), leur évolution, répartition spatiale…

Gestion : les différents modes d'accès aux ressources en général (récents, ou anciens), statuts fonciers…

Les caractéristiques générales des activités pastorales et agricoles dans le village étudié.

L'objectif est de dégager les caractéristiques générales de l'élevage et de l'agriculture dans le village étudié. Ces traits généraux seront évoqués par les acteurs directement concernés qui en général sont pasteurs et agropasteurs. Il s'agit également de retracer les évolutions de ces activités.

Attendus : Les échanges doivent permettre par la suite, de comprendre la manière dont les acteurs locaux perçoivent et analysent leurs activités au fil du temps.

Thématiques des questions de relance :

Pasteurs, agropasteurs : l'activité principale, l'activité secondaire, une pratique récemment adoptée ou ancienne, héritée ou pas, sédentaires ou transhumants, les orientations de l'activité menée,…

Troupeaux : taille moyenne, petite, grande, composition (bovins, petits ruminants..), gestion assurée par le propriétaire lui-même ou les troupeaux sont confiés, évolution de la taille des troupeaux…

Pâturages : les lieux où pâturent les troupeaux (actuellement, dans le passé), espèces indicatrices de richesse, de pauvreté ou de dégradation pastorale

Champs : lieux, types de cultures, évolution, jachères, rendements

Place des activités pastorales et agricoles dans les revenus des différents groupes sociaux.

L'objectif ici est d'appréhender l'importance des activités agricoles et pastorales dans les revenus des populations locales.

Attendus : A l'issue des échanges, cette étape de l'entretien doit permettre de cerner différents niveaux de vulnérabilités socio-économiques des pasteurs et agropasteurs.

Thématiques des questions de relance :

Gain ou perte/ investissements: Qui gagne ? Quoi ? Variable ou pas en fonction du type d'activité (élevage bovin, ovin, caprin, agriculture)

Importance des échanges entre les différents acteurs (éleveurs entre eux, entre agriculteurs/éleveurs), types d'échanges (nature, argent), fréquence des échanges (tout au long de l'année, en fonction des saisons) sur quelle espace géographique espaces géographiques ? (échelle villageoise, communale, régionale, nationale, internationale ?)

Activité : nécessité (revenus de base, nourrir la famille…) ?

Activité : revenus complémentaires ?

Activité : investissements ?

Connaissances locales de la végétation.

L'objectif visé est d'approcher et de comprendre l'étendue des connaissances locales traditionnelles sur la végétation par les principaux acteurs. Ces échanges permettront par la suite d'aborder les questions relatives à l'utilisation de cette ressource.

Attendus : A l'issue des échanges, les différents acteurs doivent être amenés à évoquer la

Taxonomie locale des différentes plantes (arbres, arbustes), herbacées, la manière dont ils les décrivent…

Thématiques des questions de relance :

Définition : les définitions de la végétation, les éléments classés derrière ce mot,…

Types de végétaux : espèces arborées, arbustives, herbacées, leur répartition spatiotemporelle, leur évolution…

Structure : forêt ; savane ; brousse ?

Usages et évolution de la végétation.

L'objectif est de faire ressortir l'utilisation que les pasteurs et agropasteurs ont du couvert végétal. Il s'agit donc de comprendre comment ils utilisent ce couvert végétal. Par ailleurs il s'agit aussi de voir comment les pasteurs, agropasteurs perçoivent les changements qui affectent cette ressource, les stratégies d'adaptation mise en place face aux changements.

Attendus : Cette étape de l'entretien doit conduire les pasteurs, agropasteurs à évoquer les différents types d'utilisation qu'ils ont du couvert végétal, la manière dont ils opèrent et ce qu'ils pensent de son évolution.

Thématiques des questions de relance :

Nourriture : la place de la végétation dans alimentation humaine, animale (bétail), les espèces de végétation les plus convoitées (actuellement, dans le passé pourquoi ?), ressource indispensable ou pas,…

Pratiques : méthodes d'accès à la végétation (émondage, défeuillage…)

Evolution : changements de la végétation (progression, régression, espèces disparues où apparues récemment, le rôle de l'homme, du climat dans les changements).

Stratégies face aux changements (changements d'usages ou pas, nouveaux usages, Autres usages.

Perception des ressources naturelles et des changements

L'objectif est de comprendre la manière dont les pasteurs, agropasteurs se représentent les ressources naturelles et les changements. Donc il s'agit d'un travail de compréhension des perceptions et des représentations des changements.

Attendus : Cette étape de l'entretien doit aboutir à la compréhension des pratiques qui sont directement ou indirectement dépendantes de la manière dont ces sociétés perçoivent leur environnement ainsi que les changements qui l'affecte.

Thématiques des questions de relance :

Ressource ?

L'eau : importance, disponibilité, sources (mares, forages, pluies…)

Fourrage : quel type, disponibilité, répartition, usages, importance…

Représentations socioculturelles des ressources naturelles : biens communs, individuels, rapports entre les acteurs et les ressources en question,

Changements : rôle de l'homme, place de la nature, stratégies face aux changements (possibilités d'agir ou pas ?).

Les pratiques des pasteurs, agropasteurs et la gestion des pâturages.

L'objectif est d'évoquer certaines pratiques de la part des pasteurs, agropasteurs et de chercher à savoir s'il y a des règles qui les encadrent ou pas, si l'accès aux ressources pastorales est règlementé ou pas. Savoir si les règlementations s'appliquent à tout le monde de la même manière.

Attendus : Cette partie de l'entretien vise à connaitre si les différentes pratiques, l'accès aux ressources fourragères, et aux ressources en eau sont influencés ou non par un cadre de gestion bien défini. Il doit rendre compte de la manière dont les différents acteurs agissent dans leurs espaces en vue de tirer profit des ressources disponibles.

Thématiques des questions de relance :

Pratiques : mobilité (saisons et lieu de mouvements, itinéraires actuelles, passés, mode de conduite des troupeaux,…

Règlementation : ressources (eau, fourrage) en libre accès, règles communes (traditionnelles, modernes), respectées ou pas, applicables à tout le monde de la même manière ou pas,

L'utilisation des réserves pastorales : Où ? Quand ? Comment ? Sous quelles conditions ?

Relations : démarches individuelles, collectives, problèmes entre différents pasteurs, agropasteurs (au sujet de quoi ?), conflits (qui gère, comment ?...) réseaux d'entre aide ou pas,

Perspectives des activités pastorales et agricoles

La vision que portent les acteurs locaux sur le devenir de leurs activités n'est peut-être pas sans conséquence sur la manière dont ils les pratiquent aujourd'hui. C'est pourquoi dans cette partie de l'entretien, on évoquera les différentes perspectives envisagées par les acteurs.

Attendus : A l'issue de cette étape de l'entretien, on doit pouvoir dégager des trajectoires les devenirs possibles des activités agropastorales et sur les disponibilités des ressources naturelles qui constituent les supports essentiels.

Thématiques des questions de relance :

Perspectives : optimiste, pessimiste, relève assurée ou pas, amélioration des conditions de travail ou dégradation, influence des changements climatiques, ressources de plus en plus rares ou de plus en plus disponibles,…

Stratégies d'adaptation : mesures, les moyens d'agir ou pas, efficacités, durabilité des moyens etc.

Fiche de renseignements complémentaire:

Nom :

Prénom :

Age : Sexe : Nbre d'enfants :

Village/Campement :

Activité principale :

Activité secondaire :

Grand éleveur (+100 têtes) , éleveur moyen (entre 50 et 100 têtes) , petit éleveurs (-50 têtes)

Ethnie :

Lieu de l'enquête : Heure :

PH.D DISSERTATION

AUTHOR: Oumar MAREGA

TITLE: Socioenvironmental changes and dynamics of agropastoral practices in sahelian africa: Comparative study between Ferlo (Senegal), Gourma (Mali) and Fakara (Niger).

ADVISORE: Catherine MERING

DISCIPLIN: Geography and Environment

LABORATORY ADRESS: UMR 8586/PRODIG CNRS,

Université Paris Diderot-Paris 7, UFR GHSS, UMR 8586 PRODIG (c.c. 7001)

5 rue Thomas Mann, 75205 PARIS CEDEX 13

ABSTRACT:

In a biophysical context characterized by important socioenvironmental changes, the main objective of this PhD is to understand how much agropastoral practices modulate in space and time the vulnerability and adaptability of agroecosystems and sahelians agropastoral societies. To reach this target, this question has been applied at macro-regional scale, relying on three micro-regional study areas: Ferlo (Senegal); Gourma (Mali) and Fakara (Niger) in which perceptions and representations of societies have been studied in a sample of villages and camps.

The method developed in this PhD has two components: 1) remote sensing mapping based on satellite image processing, and 2) geo-textual analyses based on lexicometry from semi-structured interviews. The remote sensing mapping allowed to diagnose micro-regional and local scales on land cover change since the 70s until 2010. The diagnosis, based on a multiscale approach, shows intra and inter regional contrasts in the evolution of soil cover by vegetation that invite to nuance observations indicating a greening of Sahel.

The articulation of remote sensing with field investigations helped to understand, first the evolution of plant resources, then to consider the variety of responses from the Sahel rural societies to the 70's and 80's climate crisis, and to the recent socio-economic changes experienced by sahelian countries. Through lexicometry, geo-textual analysis based on semi-structured interviews allowed to approach the livestock farmer's perception about the vulnerability and resilience of natural resources. Thanks to the expressed perceptions, the adaptive practices were identified in their variety. It enabled to show the sociospatial reconfigurations in the trajectories of agricultural and pastoral activities that partly explain the contrasts within and between regions observed in Ferlo, Gourma and Fakara.

KEY WORDS: Sahel, Senegal, Mali, Niger, Remote sensing, Landcover, Vegetation cover, Livestock farming, Perception, Vulnerability, Adaptability, Resilience, Geo-textual statistics.

THESE DE DOCTORAT

AUTEUR : Oumar MAREGA

TITRE: Changements socio-environnementaux et évolution des pratiques agropastorales en Afrique sahélienne : étude comparée entre le Ferlo (Sénégal), le Gourma (Mali) et le Fakara (Niger)

DIRECTRICE DE THESE: Catherine MERING

DISCIPLINE : Géographie et Environnement

INTITULE ET ADRESSE DU LABORATOIRE : UMR 8586/PRODIG CNRS,

Université Paris Diderot-Paris 7, UFR GHSS, UMR 8586 PRODIG (c.c. 7001)

5 rue Thomas Mann, 75205 PARIS CEDEX 13

RÉSUMÉ :

Dans un contexte biophysique caractérisé par d'importants changements socio-environnementaux, l'objectif principal de la thèse vise à comprendre dans quelle mesure les pratiques agropastorales modulent dans l'espace et dans le temps la vulnérabilité et l'adaptabilité des agro-écosystèmes et des sociétés agropastorales du Sahel. Afin d'atteindre le but visé, cette problématique a été envisagée à l'échelle macro-régionale, celle du Sahel, en s'appuyant sur trois sites d'étude micro-régionaux à savoir le Ferlo (Sénégal) ; le Gourma (Mali) et le Fakara (Niger) au sein desquels les perceptions et les représentations des sociétés ont été étudiées dans un échantillon de villages et de campements.

La méthode d'analyse élaborée comporte deux volets : 1) un travail de cartographie par télédétection basé sur le traitement d'images satellites, et 2) des analyses géo-textuelles basées sur la lexicométrie à partir d'entretiens semi-directifs. La cartographie par télédétection a permis d'établir un diagnostic aux échelles micro-régionales et locales sur l'évolution du couvert végétal depuis les années 70 jusqu'en 2010. Du diagnostic tiré d'une approche multiscalaire, il ressort des contrastes intra et inter régionaux dans l'évolution de la couverture du sol par la végétation qui invitent à nuancer les observations faisant état d'un reverdissement du Sahel.

L'articulation de la télédétection avec les enquêtes de terrain a permis d'appréhender l'évolution des ressources végétales d'une part, et d'autre part d'examiner la diversité des réponses données par les sociétés rurales du Sahel à la crise climatique des années 70 et 80, et aux évolutions socio-économiques récentes qu'ont connu leur pays et leur région. A travers la lexicométrie, des analyses géo-textuelles basées sur les entretiens semi-directifs ont permis d'approcher les perceptions des agropasteurs au sujet de la vulnérabilité et de la résilience des ressources naturelles. A la lumière des perceptions exprimées, les pratiques adaptatives ont été appréhendées dans leur variété. Il en ressort des reconfigurations socio-spatiales dans les trajectoires des activités agricoles et pastorales qui expliquent en partie les contrastes intra et inter régions observés entre le Ferlo, le Gourma et le Fakara.

MOTS-CLES: Sahel, Sénégal, Mali, Niger, Télédétection, Occupation du sol, Couvert végétal, Elevage, Perception, Vulnérabilité, Adaptabilité, Résilience, Statistiques géo-textuelles