

REGENERATION NATURELLE ASSISTEE, VARIABILITE CLIMATIQUE ET DYNAMIQUE D'OCCUPATION DE TERRES AU MALI : CAS DE GONDOLIDOGON ET KEDOU DANS LE HAUT-PLATEAU-DOGON

ASSISTED NATURAL REGENERATION, CLIMATE VARIABILITY AND DYNAMICS OF LAND OCCUPATION IN MALI: CASE OF GONDOLIDOGON AND KEDOU IN THE HAUT-PLATEAU-DOGON

KANTOUGOUDIOU COULIBALY¹, ABDOU BALLO², DJIBRIL BERTHE³
SIKA DIARRA⁴, FANKELE DIARRA⁵

¹ Centre Régional de Recherche Agronomique (CRRA) de Mopti, Institut d'Économie Rurale (IER), BP 258, Bamako, Mali; (223) 76 01 45 84 ; coulibalykantougoudiou@yahoo.fr / coulibalykantougoudiou@gmail.com

² Institut de Pédagogie Universitaire (IPU), Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako (USSGB) ; (223)66633483 ; balloabdou@gmail.com

³ Centre Régional de Recherche Agronomique (CRRA) de Mopti, Institut d'Économie Rurale (IER) ; (223)76458056 ; djibytiemoko25@gmail.com

⁴ Centre Régional de Recherche Agronomique (CRRA) de Mopti, Institut d'Économie Rurale (IER); (223)78635178 ; siakadiarra@gmail.com

⁵ Institut de Pédagogie Universitaire (IPU), Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako (USSGB) ; (223)63228940 ; fankdiarra85@gmail.com

Résumé

La disparition progressive du peuplement ligneux dans la zone agroécologique du Haut-Plateau-Dogon au Mali a contraint des producteurs à appliquer la Régénération Naturelle Assistée (RNA) en vue de contribuer efficacement à la restauration du couvert arboré dans les champs. L'étude vise l'analyse des effets combinés de la variabilité climatique et de la RNA sur l'état et la dynamique évolutive des unités d'occupation et d'utilisation des terres. Il a été procédé d'abord au choix d'un terroir de recherche avec RNA et d'un autre sans RNA, à l'obtention de données pluviométriques, d'images satellitaires de 1987, 2007, 2018, des cartes d'occupation des sols et d'outils cartographiques. Ensuite fut cernée la variation climatique et procédé à l'établissement des cartes des unités d'occupation et d'utilisation des terres suivi de leur analyse diachronique. Il ressort une diminution des précipitations marquée par les sécheresses successives. L'analyse diachronique des cartes a montré que le taux annuel d'évolution de la zone cultivée avec RNA est de 53% contre 16% de celle sans RNA. En raison de l'importance de la RNA dans la gestion durable des terres de cultures, des études du même genre devraient être menées dans d'autres terroirs.

Mots clés : Haut-Plateau-Dogon, RNA, cartes, occupation des terres, variabilité climatique, analyse diachronique.

Abstract

The gradual disappearance of the woody land in the agro-ecological zone of Haut-Plateau-Dogon in Mali has forced producers to apply Farmer Managed Natural Regeneration (FMNR) in order to contribute efficiently to the restoration of tree cover in the fields. The study focuses on the analysis of the state and evolution of land occupation and use units taking into account FMNR and rainfall variability. First, the choice of the two research areas, one with and another without FNRM, was followed by obtaining rainfall data covering around thirty years, satellite images from 1987, 2007, 2018, land use maps and cartographic tools. Then was identified the climatic variation and established the maps of the land occupation and use units for 1987, 2007 and 2018 followed by their diachronic analysis. It results a decrease of precipitation marked by successive droughts. The diachronic analysis showed that the annual rate of evolution of the cultivated area during the thirty years is clearly higher in the area with FMNR (53%) than in that without FMNR (16%). Due to the importance of FMNR in the sustainable management of agricultural land, similar studies should be carried out in other regions.

Keywords: Haut-Plateau-Dogon, FMNR, maps, land occupation, climate variability, diachronic analysis.

1. Introduction

La disparition progressive du peuplement ligneux dans la zone agroécologique du Haut-Plateau-Dogon au Mali a contraint des producteurs à appliquer la Régénération Naturelle Assistée (RNA). La RNA est une technique agroforestière qui consiste à sélectionner, repérer, protéger et entretenir les jeunes plants des espèces ligneuses dans les espaces cultivés pour créer ou recréer une végétation en vue de contribuer efficacement à la restauration du couvert arboré (Botoni et *al.*, 2010 ; Samaké et *al.*, 2011 ; Felix et *al.*, 2019). Cette technique joue un rôle important dans la mise en valeur des terres, l'amélioration de la fertilité des sols, la production agricole et la lutte contre l'érosion (HDS, 2021 ; GREP, 2013). Dans le Haut-Plateau-Dogon appelée aussi Plateau de Bandiagara, les terroirs des villages sont constitués de différentes unités d'occupation et d'utilisation des terres prédominées par des terrains rocheux quasiment dénudés (PIRT, 1986 ; Kassogué et *al.*, 1990 ; HDS, 2021). Dans cette zone, la disparition continue du couvert arboré consécutivement au déboisement intense et à la variabilité climatique des trois dernières décennies compromet la durabilité du système de production agrosylvopastorale, base de survie des populations (DNEF, 2001; Coulibaly et *al.*, 2020). Au Mali, l'Organisation Non Gouvernementale (ONG) "Harmonie du Développement au Sahel (HDS)" basée à Bandiagara a fait de la RNA une de ses préoccupations majeures (HDS, 2021). Ballo et *al.* (2019) mentionnent la répercussion positive de la technique sur la couverture végétale dans le terroir de Kanibonzon dans la zone du Séno. La RNA est pratiquée au Sénégal, Burkina Faso, Niger où l'on assiste à un processus de reverdissement (Botoni et *al.*, 2010 ; Baggnian et *al.*, 2013). Si en général la RNA et la variabilité climatique sont documentées, aucune analyse systématique n'a été réalisée au sujet de leurs effets combinés sur l'état et l'évolution des unités d'occupation des terres. Il est fort possible qu'une telle analyse contribue à mieux comprendre l'état et l'évolution des terres dans le Haut-Plateau-Dogon. Le présent article vise donc à mieux connaître l'état et l'évolution des unités d'occupation et d'utilisation des terres en tenant compte de la régénération naturelle assistée et de la variabilité pluviométrique au cours des trois dernières décennies.

2. Matériels et méthodes

2.1 Matériels

2.1.1 Sites de recherche

Le Haut-Plateau-Dogon est situé en zone sahélienne du Mali caractérisée par de fortes variations climatiques et une pluviométrie annuelle moyenne comprise entre 600 mm dans sa partie sud et 200 mm dans sa partie nord. Deux terroirs villageois y ont été retenus. Le village de Gondoli-Djeninké appelé aussi Gondoli-Dogon (14.61162 N; 3.35247 O) comme site test se trouve dans la commune rurale de Wadouba et le témoin Kédou (N14.67424 N; 3.26932 O) dans celle de Ségué-Iré. Les deux villages, situés tous dans le cercle de Bandiagara, sont distants d'environ 15 km. Contrairement à Kédou, l'ONG HDS intervient depuis 2006 à Gondoli-Dogon dans le cadre de la promotion de la RNA (Coulibaly et *al.*, 2020).

2.1.2 Images satellitaires et cartes

Elles comprenaient :

- les images ou prises de vue des satellites (Landsat TM de 1987, Landsat ETM+ de 2007, Landsat OLI de 2018) qui sont de grandes résolutions spectrales et spatiales. Chaque satellite est pourvu d'un capteur : soit TM, ETM+ et OLI.
- une carte d'occupation des sols de la région de Mopti réalisée par le Projet Inventaire des Ressources Ligneuses (PIRL) en 1990 ;
- la carte de la mission de décentralisation et des réformes institutionnelles (MDRI) a servi à faire la carte de présentation ;
- la carte topographique de 2016 ;
- la cartographie de l'Occupation du Sol de l'ATLAS AEDD/OSS de 2013 ;
- la cartographie de l'Occupation du Sol de l'Institut Géographique du Mali (IGM) de 2016.

En outre, des outils ont été utilisés à savoir :

- le GPS de marque Garmin Map 62 avec 5 m de précision utilisé pour réaliser d'abord une prospection sur le terrain et obtenir des points géoréférencés ayant servi à délimiter chaque terroir, ensuite le géoréférencement d'infrastructures (pistes, agglomération ou habitations...);
- le logiciel de traitement d'images (ENVI 4.7) ;
- Google Earth (carte mondiale virtuelle) pour consulter des images comme les bâtis, les infrastructures routières, etc. (en terme d'utilisation des terres et/ou sols) et les végétations naturelles et semi-naturelles, etc. (en terme d'occupation des sols et/ou terres) enregistrées par les satellites ;
- le logiciel SIG, ARCGIS 10.3.1 pour la numérisation et la réalisation des cartes d'occupation du sol et des changements ainsi que le calcul des superficies des différentes unités ;
- des cartes du Projet d'Inventaire des Ressources Terrestres (PIRT) pour servir d'éléments de référence ;
- le questionnaire-guide comme outil de collecte de l'information portant sur la perception qu'ont les populations locales de la variabilité climatique ;
- les relevés pluviométriques de la station de Mopti de 1984 à 2019.

Les caractéristiques et usages de ce matériel figurent dans le tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques et usages des images et cartes

Type	Format	Échelle et Résolution	Année	Source	Utilisation
Carte Topographique du Mali	Tiff	-	2016	Institut Géographique du Mali	Identification des points d'observations sur l'image MSS 1987 pour une précision
Image satellite Landsat TM	Tiff	30 m	1987	Global Land Cover Facility (GLCF)	Occupation et Utilisation des terres de 1987
Landsat ETM+	Tiff	30 m	2007	GLCF	Occupation et utilisation des terres de 2007
Image satellite Landsat 8 OLI		30 m	2018	Global Land Cover Facility (GLCF)	Occupation et utilisation des terres de 2018
Carte de l'occupation du Sol	Tiff	1/200 000	1990	Projet Inventaire des Ressources Ligneuses (PIRL)	Identification des points d'observations sur l'image TM 1987
Cartographie de l'Occupation du Sol	Tiff	1/200 000	2013	ATLAS (Agence de l'Environnement pour un Développement Durable (AEDD))	Identification des points d'observations sur l'image ETM+2007
La carte de la mission de décentralisation et des réformes institutionnelles	Tiff	1/200 000	1998	MDRI	Présentation de la zone d'étude et les découpages du cercle de Bandiagara

2.2 Méthodes

2.2.1 Variabilité climatique

En zone sahélienne, la variabilité climatique, notamment pluviométrique, présente d'énormes conséquences pour les populations que pour les écosystèmes (Faty et *al.*, 2017).

Perception de l'état des ressources par les populations locales et les causes y afférentes

Deux groupes de discussions ou « focus group » ont été tenus sous forme de causerie-débats. Pour ce faire, un groupe mixte associant hommes et femmes a été constitué dans chaque village. Lors des focus, les participants et participantes ont été invités à se prononcer sur l'état des ressources (sol, eau, végétation) dans leur terroir et les causes de cette situation au cours de deux périodes : 1) période se situant entre l'installation du village et la période actuelle ; 2) pendant la période actuelle. (Coulibaly et *al.*, 2020).

Tableau 2 : Composition des groupes de discussion dans les 2 villages de recherche.

Village	Effectif Homme	Effectif Femme	Total Village	Participation (%)	
				Homme	Femme
Gondoli-Dogon	9	22	31		
Kédou	22	86	108		
Total général	31	108	139	22	78

Il ressort du tableau 2 une participation de 139 personnes composées de 1/4 d'hommes contre 3/4 de femmes. La grande mobilisation a été observée dans le village de Kédou avec 4 fois plus de femmes que d'hommes.

Variabilité pluviométrique

Les données pluviométriques obtenues auprès de la Direction Nationale de la Météorologie (DNM) ont été relevées à la station de Mopti sur la période 1984 à 2019. Vu l'absence constatée de données complètes à la station de Bandiagara, celle de Mopti, station la plus proche, fut prise en compte.

Pour déterminer le caractère humide ou sec d'une année au Sahel, l'indice de pluie standardisé (IPS) ou Standardized Précipitation Index (SPI) est couramment utilisé (Bergaoui et Alouini, 2001 ; Ali et *al.*, 2008). Cet indice, bien adapté au suivi des variations de la dynamique de la végétation en relation avec l'évolution de la pluviométrie, est utilisé pour quantifier les déficits de précipitations à différentes échelles temporelles.

Il est obtenu à partir de la formule suivante : $SPI = (X_i - X_m) / S_i$.

Où : X_i = cumul des pluies pour une année i ; X_m = moyenne des pluies annuelles observées sur la période concernée ; S_i = écart type des pluies sur la même période.

Lorsque $SPI > 2$, on parle d'humidité extrême ; pour $1 < SPI \leq 2$, on a une humidité forte ; pour $0 < SPI \leq 1$, l'humidité est dite modérée ; pour $-1 < SPI \leq 0$, on a une sécheresse

modérée ; si $-2 < \text{SPI} \leq -1$, il y a sécheresse forte ; si $\text{SPI} \leq -2$, la sécheresse est qualifiée d'extrême. Dans le cadre de notre étude, le calcul de l'IPS a été réalisé afin de ressortir l'influence de la sécheresse sur la dynamique des formations végétales.

2.2.2 Délimitation des terroirs

Au cours d'une sortie sur le terrain, il fut procédé au relevé des limites de chaque terroir avec le GPS en présence de personnes ressources : chefs de terres et/ou de villages, ou leurs représentants et des services techniques. La délimitation consistait à suivre des pistes reliant le village à ses voisins et à matérialiser d'autres repères nécessaires pour le besoin cartographique.

2.2.3 Production des cartes de 1987, 2007 et 2018

Les périodes de prise de vues sont novembre 1987, 2007 et 2018. Ce mois correspond à la sortie de la saison des pluies avec l'existence d'un couvert végétal encore bien développé. La technique de la composition colorée a été utilisée pour obtenir la meilleure visualisation des objets de l'image. Signalons que les capteurs TM, ETM+ et Landsat type OLI disposent de trois bandes spectrales nommées bande 3, bande 4 et bande 5 allant du visible à l'infrarouge thermique. Dans le cadre de cette recherche dont la problématique est d'analyser principalement l'occupation et l'utilisation des terres, la combinaison de ces bandes a été utilisée. Cette combinaison qui affiche respectivement en rouge, vert et bleu est fortement conseillée pour l'étude des couverts végétaux (Girard et Girard, 1999). La composition colorée 3-4-5 a permis une bonne séparation des eaux temporaires des autres systèmes d'occupation et d'utilisation des terres. Sur la base de la discrimination visuelle des éléments du paysage, les classes thématiques ou unités d'occupation et d'utilisation des terres dégagées ont été la savane arbustive, la zone de culture (culture sèche et culture irriguée), le plan d'eau (mare), la galerie forestière, le terrain rocheux (sol nu), l'agglomération ou habitations (village).

2.2.4 Evaluation de la dynamique spatiale

Elle était basée sur l'appréciation de l'évolution des états et la comparaison de la superficie des différentes unités d'occupation et d'utilisation. Ainsi, l'analyse diachronique (évolution des faits à travers le temps) a consisté à calculer d'une année à l'autre le taux de stabilité, de régression ou de progression des unités. Ce calcul a été fait pour mesurer l'évolution de la superficie (S) entre deux périodes données. Pour S1 et S2 correspondant respectivement à la superficie d'une unité d'occupation des sols en 1987 et en 2018, le taux de variation ou taux d'évolution des superficies a été calculé à l'aide de la formule appliquée par Ballo et al. (2019):

$$Tv (\%) = \left(\frac{S2 - S1}{S1} \right) 100$$

Si :

(S2 - S1) est négatif, on conclut une régression de l'unité de l'année 1 à 2.

(S2 - S1) est positif, on parle d'une augmentation de l'unité de 1 à 2.

(S2 - S1) est nul, on parle de stabilité de l'unité.

3. Résultats

3.1 Variabilité climatique

3.1.1 Perception des populations locales

L'univers des réponses issues des focus group sur l'état des ressources au cours du temps regroupait la diminution de la végétation, de l'eau ; les causes étant la coupe abusive du bois, la baisse continue de la pluviométrie et la sécheresse récurrente.

3.1.2 Variabilité pluviométrique

Les indices pluviométriques standardisés (Figure 1) ont mis en évidence les changements intervenus dans la pluviométrie sur la période 1984 - 2019 qui couvre largement la trentaine d'années concernée par notre étude.

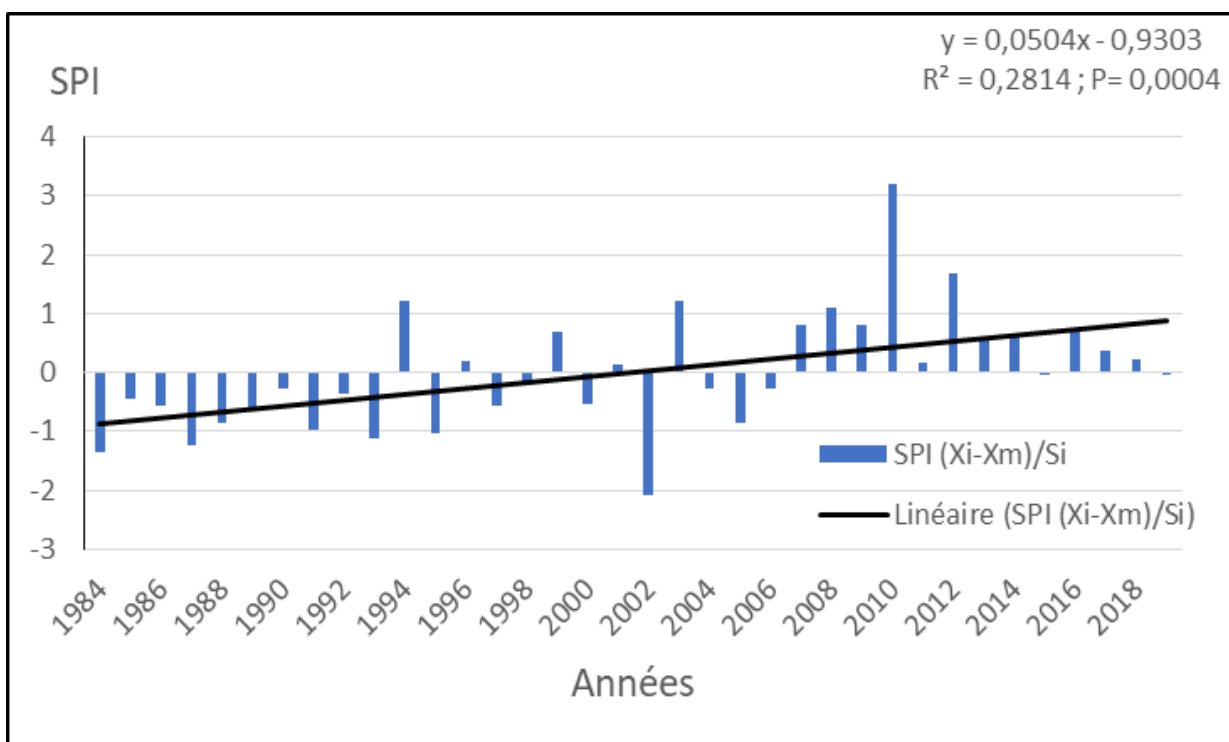


Figure 1: Indices pluviométriques standardisés (IPS) ou standardized precipitations index (SPI) sur la période 1984 - 2019.

L'analyse du graphique a montré une année de sécheresse extrême : 2002 ; quatre années de sécheresse forte : 1984, 1987, 1993, 1995 ; quinze années de sécheresse modérée : 1985, 1986, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1997, 1998, 2000, 2004, 2005, 2006, 2015, 2019, onze années d'humidité modérée : 1996, 1999, 2001, 2007, 2009, 2011, 2013, 2014, 2016, 2017, 2018 ; quatre années d'humidité forte : 1994, 2003, 2008, 2012 et une année d'humidité d'extrême : 2010. Cette situation a donné un total de 20 années de sécheresse contre 16 d'humidité. La courbe d'évolution ($R^2 = 0,2814$) des valeurs du SPI est à la hausse, indiquant une reprise pluviométrique avec une humidité modérée à partir de 2008.

3.2 Etat et analyse diachronique des unités d'occupation et d'utilisation des terres dans les terroirs

3.2.1 Etat des unités de terre de Gondoli-Dogon en 1987, 2007, 2018.

Les figures 2, 3 et 4 ont révélé chacune quatre unités d'occupation et d'utilisation des terres dans le terroir du village de Gondoli-Dogon. Le terrain rocheux ou sol nu et la savane occupaient la quasi-totalité du terroir de Gondoli-Dogon au début des 30 dernières années (Figure 2). Une petite portion revenait aux cultures sèches suivie d'une zone d'habitation encore plus réduite. La figure 3, comparée à la précédente, a montré un sol nu nettement plus étendu qu'auparavant et une régression de la savane, la zone de culture sèche en expansion par rapport à 1987 ; de même que celle des habitations.

A l'examen de la figure 4, savane, sol nu et cultures sèches s'interpénétraient désormais ; la dernière apparaissait plus grande que les autres. Le village, toujours plus petite unité, se montrait désormais plus étendu qu'en 1987 et 2007.

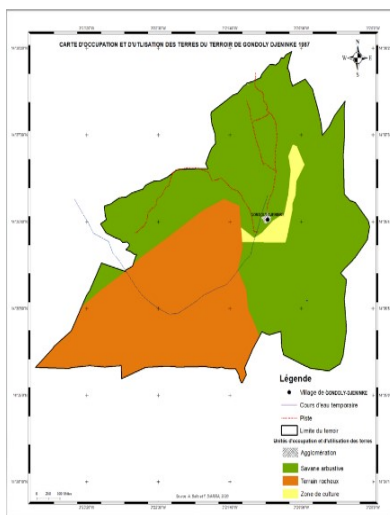


Figure 2: carte des unités d'occupation et d'utilisation du terroir de Gondoli-Dogon en 1987

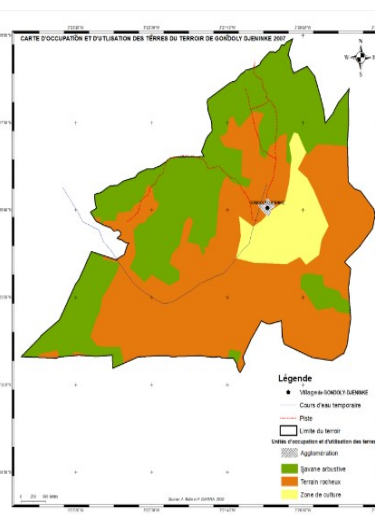


Figure 3: carte des unités d'occupation et d'utilisation du terroir de Gondoli-Dogon en 2007

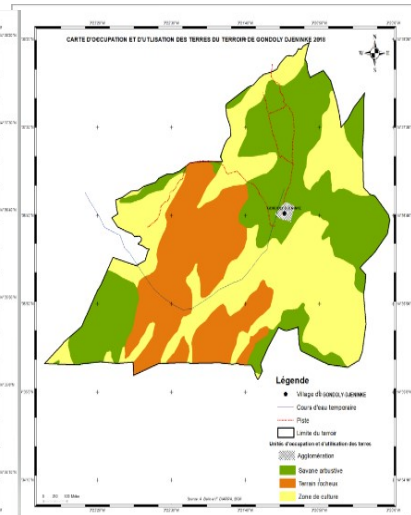


Figure 4: carte des unités d'occupation et d'utilisation du terroir de Gondoli-Dogon en 2018

3.2.2 Analyse diachronique des unités de terres de Gondoli-Dogon de 1987 à 2018

Au vu du tableau 3, terrain rocheux (sol nu) et savane ont subi une régression avec des taux similaires de -1% à la fin des trois décennies contrairement à la zone cultivée et l'agglomération.

Tableau 3 : La dynamique d'occupation et d'utilisation des terres de Gondoli-Dogon de 1987 à 2018

Unité des terres	Superficie 1987 (ha)	%	Superficie 2007 (ha)	%	Superficie 2018 (ha)	%	Changement 1987-2018 (ha)	Taux d'évolution 1987-2018 (%)	Taux d'évolution annuel (%)
Savane arbustive	1337,08	60,80	835,90	38,01	762,01	34,65	-575,07	-43,01	-1,39
Terrain rocheux	809,04	36,79	1166,95	53,07	538,33	24,48	-270,71	-33,46	-1,08
Zone de culture	50,78	2,31	191,26	8,70	890,74	40,51	839,96	1654,12	53,36
Agglomération	2,25	0,10	5,29	0,22	8,36	0,36	6,11	271,56	8,76
Total	2199	100	2199	100	2199	100			

Légende : % = taux d'occupation dans le terroir

On a noté une progression accélérée de la zone de culture à partir de 2007 affichant à la fin de la trentaine d'années, de loin, le plus fort taux annuel d'évolution (53%) jamais enregistré chez une unité (Tableau 3). Quant à l'agglomération (zone d'habitation), elle a subi une progression continue, affichant à l'issue des trois décennies, un taux d'évolution annuel d'environ 9%.

3.2.3 Etat des unités de terre de Kédou en 1987, 2007, 2018

Les figures 5, 6 et 7 ont mis en évidence la présence de cinq unités d'occupation et d'utilisation des terres dans le terroir de Kédou au cours des trois dernières décennies. L'examen de la figure 5 a révélé qu'au tout début des trois décennies, le sol nu et la savane, dans des proportions similaires, couvraient la quasi-totalité du terroir de Kédou.

La zone cultivée, la galerie et l'agglomération (zone d'habitation) dans l'ordre de grandeur occupaient le reste du terroir.

La figure 6, comparée à la précédente, a montré une régression de la savane, une progression du sol nu et de la zone de culture.

La figure 7, par rapport à la précédente, a révélé une nette expansion de la zone cultivée, une progression de la savane et un recul important du sol nu.

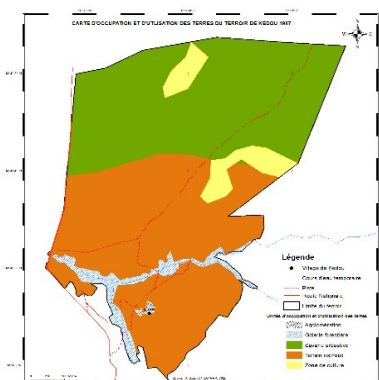


Figure 5 : carte des unités d'occupation et d'utilisation des terres du terroir de Kédou en 1987

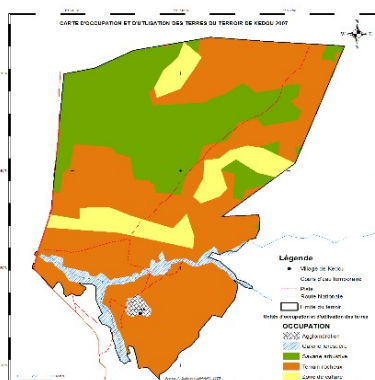


Figure 6 : carte des unités d'occupation et d'utilisation des terres du terroir de Kédou en 2007

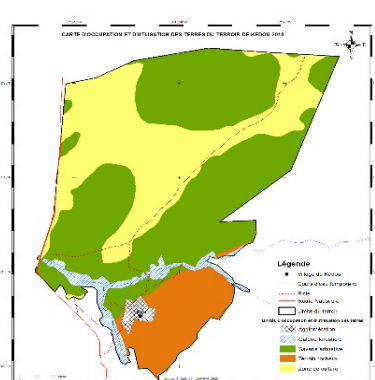


Figure 7 : carte des unités d'occupation et d'utilisation des terres du terroir de Kédou en 2018

3.2.4 Analyse diachronique des unités de Kédou de 1987 à 2018

L'observation du tableau 4 a montré que de toutes les unités de terre à Kédou, le sol nu a subi, à l'issue de la trentaine d'années, la plus forte régression (-2,4%). La savane a légèrement progressé, la zone de culture en particulier et la zone habitée l'ont été davantage à la fin des trois décennies avec des taux d'évolution annuels respectifs de 0,6, 16 et 12% (Tableau 4). L'examen critique du même tableau a révélé au cours de la dernière décennie une progression remarquable de la zone de culture (10 à 31%), de la savane (30 à 52%) et une régression forte (55 à 11%) du terrain rocheux.

Quant à la galerie forestière, elle est demeurée stable au cours du temps.

Tableau 4 : La dynamique d'occupation et d'utilisation des terres dans le terroir du village de Kédou de 1987 à 2018

Unités d'occupation des terres	Superficie 1987 (ha)	%	Superficie 2007 (ha)	%	Superficie 2018 (ha)	%	Change - 1987-2018 (ha)	Taux d'évolution 1987-2018 (%)	Taux d'évolution annuel (%)
Terrain rocheux	639,64	46,4	763,7	55,4	156,6	11,3	-483,02	-75,51	-2,44
Savane arbustive	603,98	43,8	412,2	29,9	709,9	51,5	105,96	17,54	0,57
Cultures sèches	74,06	5,37	135,8	9,86	439,1	31,8	365,05	492,91	15,90
Galerie forestière	56,97	4,13	56,97	4,13	56,97	4,13	0,00	0,00	0,00
Agglomération	3,20	0,23	9,04	0,66	15,21	1,10	12,01	375,31	12,11
Total	1378	100	1378	100	1378	100			

Légende : % = taux d'occupation dans le terroir

4. Discussion

4.1 Variabilité climatique

4.1.1 Perception des populations locales

Les populations du Plateau de Bandiagara citent la baisse continue de la pluviométrie et la sécheresse comme des causes de la diminution des ressources en eau et végétation (Coulibaly et al., 2020). Selon Faty et al. (2017), les précipitations représentent dans la zone sahélienne le facteur le plus important du climat tant pour les populations que pour les écosystèmes.

4.1.2 Variabilité pluviométrique

Les indices pluviométriques standardisés confirment grosso modo l'opinion des populations locales sur la diminution continue des pluies car il y'a 20 années de sécheresse contre 16 d'humidité. Sylla (2020) révèle que les communes de Pignari Bana et Fatoma de la région de Mopti sont exposées aux risques de sècheresses sévères et extrêmes. Diawara et al. (2020) rapportent la diminution importante de 20 à 40% des cumuls pluviométriques pour le Mali.

4.2 Etat et analyse diachronique des unités d'occupation et d'utilisation des terres dans le terroir de Gondoli-Dogon de 1987 à 2018.

La régression régulière de la savane au cours des 30 décennies aurait pour cause les 20 années de sècheresse sur 16 d'humidité. La progression accélérée à Gondoli-Dogon de la zone de culture à partir de 2007, pour afficher à la fin de la dernière décennie le taux annuel d'évolution (53%) le plus fort chez une unité, est due sans doute à l'application de la RNA par les producteurs. Coulibaly et al. (2020) rapportent que HDS a commencé la promotion de la RNA en 2006 à Gondoli-Dogon. Cette situation aurait aussi provoqué la forte régression du double au simple (53% à 24%) du sol nu au cours de la dernière décennie. Le taux d'évolution annuel de la zone d'habitation de 9% à Gondoli-Dogon résulterait du taux d'accroissement annuel moyen de la population qui était de 2,7% pour la Commune de Wadouba dans le cercle de Bandiagara (Instat Mali, 2010).

4.3 Etat et analyse diachronique des unités d'occupation et d'utilisation des terres dans le terroir de Kédou de 1987 à 2018.

L'évolution de la zone de cultures de Kédou site témoin, d'un taux annuel de 16% bien que faible comparée à celui de Gondoli-Dogon (53%), pourrait s'expliquer par la proximité avec ce site test. Les deux sites sont distants de seulement 15 km. Selon Dupré (1991), les agriculteurs changent, se transforment, innovent au contact d'autres groupes sociaux voisins. Cette évolution de la zone cultivée de même que la savane, et la régression forte du sol nu à Kédou au cours de la dernière décennie font penser aussi au retour à la période humide de 2008 à 2018. Toutefois, la stabilité de la galerie forestière durant 30 ans paraît difficile à expliquer dans un contexte de variabilité climatique et de croissance démographique. Néanmoins, la protection intégrale de la végétation des berges des cours d'eau par le code forestier malien constitue une explication plausible. Le taux d'évolution annuel de la zone d'habitation (12%) à Kédou pourrait se justifier par le taux d'accroissement annuel moyen de 2,1% de la population dans la commune de Ségué Iré (Instat Mali, 2010).

5. Conclusion

Les populations des villages de Gondoli-Dogon et de Kédou dans le Haut-Plateau-Dogon perçoivent la variation climatique qu'elles illustrent par la diminution des pluies et le caractère récurrent de la sécheresse. L'indice standardisé des pluies confirme cette situation. La pratique de la RNA a conduit à un taux d'évolution annuel nettement plus élevé de la zone de cultures à Gondoli-Dogon terroir test qu'à Kédou le témoin. Dans l'un et l'autre terroir, le retour à une période humide semble avoir contribué à la régression des sols nus. Cette recherche a permis de mieux comprendre l'état et l'évolution des unités d'occupation et d'utilisation des terres dans le Plateau de Bandiagara en rapport avec la RNA et la variabilité pluviométrique au cours des trente dernières années. Au regard de l'importance de la RNA dans la gestion durable des terres dans le contexte de la variabilité pluviométrique, des recherches de même genre devraient être faites dans d'autres terroirs de la zone sahélienne.

Références

- Ali A. Lebel T. et Amani A. 2008 : Signification et usage de l'indice pluviométrique au Sahel. *Sécheresse*, 19, 227-235.
- Baggnian, Issoufou. Adamou Mahaman, Moustapha. Adam, Toudou. et Mahamane, Ali. « Impact des modes de gestion de la Régénération Naturelle Assistée des ligneux (RNA) sur la résilience des écosystèmes dans le Centre Sud du Niger ». *Journal of Applied Biosciences*, 71, 2013 [En ligne] <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v71i1.98819> (17 novembre 2022).
- Ballo A. Sidibé A. Dembélé F. et Bengaly A. 2019 : Evaluation des impacts de la régénération naturelle assistée (RNA) sur les formations végétales ligneuses dans la commune rurale de Kanibonzon au Mali. *Etudes Maliennes*, 86, 65-76.
- BERGAOUI M. et ALOUINI A. «Caractérisation de la sécheresse météorologique et hydrologique : cas du bassin versant de Siliana en Tunisie». *GéoProdig, portail d'information géographique*, 12, 2001 [En ligne] <http://geoprodig.cnrs.fr/items/show/190018> (17 novembre 2022).
- Botoni E. Mahamane L. et Chris R. 2010 : *La régénération naturelle assistée (RNA) : une opportunité pour reverdir le Sahel et réduire la vulnérabilité des populations rurales*. Pages 151-162 in Le projet majeur africain de la grande muraille verte. Ed. A. Dia et R. Duponnoi, Marseille, France, IRD Editions.
- Coulibaly K. Berthe D. et Diarra S. 2020 : *Perceptions par les populations de l'évolution de ressources naturelles dans un contexte de changement climatique : cas de quatre terroirs villageois dans le Haut-Plateau-Dogon, région de Mopti au Mali*. Pages 470-478 in Actes du 11^e Symposium malien sur les sciences appliquées. 21-23 décembre 2020, Bamako, Mali, MSAS 2020 Edition.
- Diawara H. Sanogo T. Traoré F. Goïta M. P. Dembélé S. Ouattara A. Maiga I. A. et Bagayoko S. 2020 : Perceptions Paysannes et Stratégies d'Adaptation des Populations de la Commune Rurale de Tiakadougou-Faraba à la Variabilité Pluviométrique. *Revue Hommes-Peuplements-Environnements*, 1, 45 - 56.

DNEF (Direction Nationale des Eaux et Forêts) 2001 : *Répertoire des essences forestières des régions de Mopti, Tombouctou, Gao. Etude Commanditée par le Projet 8 ACP/MLI 021 et mise à jour par l'AGCC-MALI sur financement U. E. Bamako, Mali. 202 pages.*

Faty, Abdoulaye. Kane, Alioune. et Ndiaye, Amadou Lamine. « Influence de la manifestation climatique sur les régimes pluviométriques saisonniers dans le haut bassin versant du Sénégal ». *Revue des sciences de l'eau*, 30, 2017 [En ligne] <https://doi.org/10.7202/1042915> (18 novembre 2022).

Felix, Zounon Christian Serge. Tougiani, Abasse. Moussa, Massaoudou. Rabiou, Habou. Kiari, Addam. et Karimou, Ambouta. « Diversité et structure des peuplements ligneux issus de la Régénération Naturelle Assistée (RNA) suivant un gradient agro-écologique au centre sud du Niger ». *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science*, 12, 2019 [En ligne] <https://www.researchgate.net/publication/331590212> (19 novembre 2022).

Girard M. C. et Girard C. M. 1999 : *La télédétection appliquée, zones tropicales et intertropicales*. Paris, France, Dunod, 529 pages plus CD Rom.

GREP (Groupe de Recherche Environnement et Presse) 2013 : *Régénération naturelle assistée pour reverdir les terres de cultures*. Sénégal. Les cahiers du GREP. No7. 15 pages.
HDS (Harmonie du Développement au Sahel) 2021 : *Rapport narratif annuel*. Bandiagara, Mopti, Mali. 21 pages.

Instat Mali (Institut National de la Statistique du Mali) 2010 : *Evolution de la population de la région de Mopti de 1976 à 2009*. Bamako, Mali [En ligne] https://www.instat-mali.org/laravel-filemanager/files/shares/rgph/rmop09_rgph.pdf. (05 mai 2022).

Kassogué A. Dolo J. et Ponsioen T. 1990 : *Les techniques de conservation des eaux et des sols sur le plateau Dogon*. International Institut for Environment and Development. Dossier n°23. London, England.

PIRT (Projet Inventaire des Ressources Terrestres) 1986 : *Zonage agroécologique du Mali. Volume I, II, III*. Direction Nationale des Eaux et Forêts (DNEF), Bamako, Mali.

Samake O. Dakouo J. M. Kalinganiré A. Bayala J. et Koné B. 2011 : *Régénération naturelle assistée : Gestion des arbres champêtres au Sahel*. Technical Manual No. 16. Nairobi, Kenya, World Agroforestry Centre. 29 pages.

Sylla M. B. 2020 : *Identification des risques climatiques rencontrés au Mali à court, moyen et long terme dans le cadre du Projet de Gestion des Risques Climatiques et d'Inondations (PGRCI) au Mali*. Agence de l'Environnement et du Développement Durable (AEDD). Rapport final.