

Revue HoPE

Perceptions locales des agro-éleveurs sur l'impact des changements climatiques des pâturages dans le bassin versant de la mare de Bandiougou, région de Mopti au Mali

Fankélé DIARRA ^{a,†}, Kantougoudiou COULIBALY ^b, Abdou BALLO ^c

a. Faculté d'Histoire et de Géographie / Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Mali.

b. Centre Régional de Recherche Agronomique de Mopti, Institut d'Economie Rurale, Mali.

Résumé

Les variations climatiques associées à la croissance démographique ont induit une profonde modification dans le système de production agropastorale au Mali. Les populations des zones inondées et exondées, les plus vulnérables, ont une certaine lecture des phénomènes climatiques. L'objectif général de cette étude est de mieux comprendre la gestion des ressources pastorales et le comportement des agro-éleveurs dans le bassin versant de la mare de Bandiougou, région de Mopti. La méthodologie utilisée est une combinaison de collecte des données quantitatives et qualitatives. Les outils de traitement des données utilisés sont l'analyse des composantes principales à travers la cartographie. La caractérisation, les stratégies développées et la perception des agro-éleveurs de Bandiougou sur le climat ont été identifiées et analysées. L'évolution climatique au cours des trois dernières décennies se manifeste par une augmentation des quantités de pluies mal réparties de 1988 à 2005 avec une moyenne de 444,300 mm dans le bassin versant étudié. Tandis que la moyenne annuelle pour la période de 2006-2018 est de 577,360 mm, (soit une tendance ascendante significative de 5%), il a été observé une réduction de la durée de la saison pluvieuse et une augmentation des séquences sèches entre 1988 et 2018 : les séquences sèches sont passées de 7 jours à plus d'un mois. Entre 1988 et 2018, il a été observé une tendance progressive des unités de champs de cultures et de jachères au détriment des formations végétales. Les stratégies d'adaptation développées par les populations du bassin versant se manifestent par les transformations sociales, économiques et culturelles.

© Revue HOPE, tous droits réservés

Mots clés : Perceptions locales, ressources pastorales, bassin versant, agro-éleveur, Mali.

Abstract

Climatic variations associated with population growth have led to a profound change in the agropastoral production system in Mali. The populations of flooded and exposed areas, the most vulnerable, have a certain understanding of climatic phenomena. The general objective of this work is to better understand the management of pastoral resources and the behaviour of agropastoralists in the watersheds of the Bandiougou pond, Mopti region. The methodology used is a combination of quantitative and qualitative data collection. The data processing tools used are principal component analysis through mapping. The characterization, the strategies developed and the perception of the agro-pastoralists of Bandiougou on the climate were identified and analysed. The climatic evolution over the last three decades is manifested by an increase in the amounts of poorly distributed rainfall from 1988 to 2005 with an average of 444,300 mm in the study watershed. While the annual average for the period of 2006-2018 is 577.360 mm, a significant upward trend of 5%, a reduction in the duration of the rainy season and an increase in dry sequences have been observed between 1988 and 2018: dry streaks went from 7 days to more than a month. Between 1988 and 2018, there was a gradual trend of crop and fallow field units to the detriment of plant formations. The adaptation strategies developed by the populations of the watershed are manifested by social, economic and cultural transformations.

© Revue HOPE, all right reserved

Keywords: Local perceptions, pastoral resources, watershed, agro-pastoralist, Mali.

† Auteur correspondant : Dr Fankélé DIARRA fankdiarra85@gmail.com

Article reçu le : 28/01/2023, Version corrigée reçue le 20/04/2023, Accepté le 15/06/2023.

1. Introduction

Le réchauffement climatique est un phénomène d'augmentation de la température moyenne des océans et de l'atmosphère, à l'échelle mondiale sur plusieurs années. « Les différents rapports d'évaluation scientifique aussi bien régionaux que mondiaux du Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Évolution du Climat (GIEC) confirment que le climat de la terre a subi des changements. Il est aujourd'hui établi que le climat de la planète est en train de changer » (Bruno, 2012). La variabilité des précipitations du Sahel peut s'expliquer par des interactions complexes entre de nombreux processus, aucun ne permettant à lui seul d'expliquer une telle variabilité climatique. Le Mali est exposé aux effets des changements climatiques entre autres les sécheresses, les inondations et autres catastrophes naturelles. Au pays, le changement du climat se manifeste par la baisse des précipitations moyennes annuelles. « Dans un milieu aride et semi-aride comme le Sahel, cette relation permanente entre l'homme, l'animal et l'environnement ne peut être que complexe. Cela tient au fait que le niveau des ressources disponibles est très variable d'une année sur l'autre, car il dépend non seulement du volume total des précipitations mais aussi de leur répartition dans le temps et dans l'espace » (Thebaud, 1990). Ces impacts de la variabilité climatique sur les écosystèmes de la sous-région sahélienne sont sans équivoque. « Des agriculteurs deviennent des agro-éleveurs et agropasteurs, de nombreuses pistes de transhumance et de pâturages ont été mises en culture. Les droits d'accès aux ressources pastorales restent à négocier au cas par cas, le plus souvent entre les éleveurs et les populations sédentaires des territoires visités ou traversés par les troupeaux mobiles » (Gangneron, 2013). La région de Mopti, située en zone soudano-sahélienne du Mali n'échappe pas à cette situation. « Dans le haut plateau de Bandiagara et le delta central du Niger, malgré une pluviométrie en deçà de la moyenne (300 mm par an), il y a accroissement du volume d'eau des mares non pérennes. Ces mares persistent pendant la saison sèche et sont ainsi devenues soudainement pérennes » (Gardelle et al. 2010). Ce changement a été appelé par les scientifiques "paradoxe sahélien" c'est-à-dire, il y a un déficit pluviométrique mais les points d'eau deviennent pérennes. Les mares qui sont incarnées par ce paradoxe sahélien sont entre autres : dans le delta malien celles de Agoufou, Ebangmalane, Soumpi, Gnimitongo, Wendoubana, Tongorongou et la mare de Bandiougou dans le plateau de Bandiagara. « Les changements climatiques ont beaucoup modifié les systèmes de production agropastoraux notamment les règles de gestion des ressources naturelles par les populations » (Diallo et al. 2011). Ces ressources, jadis à la portée de tous, connaissent aujourd'hui des problèmes d'accès entre nomades et sédentaires et mêmes entre les nomades. « En 2014, le secteur de l'élevage a contribué à plus de 12% au produit intérieur brut PIB. La forte variabilité

climatique de ces dernières décennies et l'intensification des événements extrêmes enregistrés ont eu des répercussions directes sur la mortalité des animaux, sur la santé animale et sur la disponibilité du fourrage, ce qui a conduit à une transhumance accrue » (AEDD, 2011). Ces mouvements massifs du Nord vers le Sud entraînent des conflits entre éleveurs et paysans. De plus, la quantité et surtout la qualité des ressources en eau et en pâturages varient beaucoup selon les saisons. Pendant l'unique et courte saison des pluies (« hivernage »), des pâturages poussent et offrent aux animaux des rations alimentaires riches et équilibrées. Au même moment, l'apparition, dans les bas-fonds et dans les dépressions interdunaires, d'une multitude de mares naturelles permet aux troupeaux de s'abreuver facilement et à satiété. Par contre, pendant les huit mois suivants de saison sèche, l'herbe verte se transforme en paille, dont la valeur alimentaire est moins élevée. « Dès l'arrêt des pluies, le pâturage disponible constitue donc un stock alimentaire fixe qui ne cessera de décroître jusqu'au retour des pluies suivantes » (Thebaud, 1990). « Un autre problème pour le pastoralisme, c'est le défrichement à usage agricole allant de 30 000 à 100 000 ha par an ou encore la superficie brûlée annuellement entre septembre et mars est de 91 914 km² » (PANA, 2007). L'objectif général de cette étude est de mieux comprendre la gestion des ressources pastorales et le comportement des agro-éleveurs dans le bassin versant de la mare de Bandiougou, région de Mopti. Quel est l'état d'évolution des ressources pastorales ainsi que le comportement des agro-éleveurs au cours des trente dernières années (1988-2018). La méthodologie utilisée est une combinaison de collecte des données quantitatives et qualitatives. Les outils de traitement des données utilisés sont l'analyse des composantes principales à travers la cartographie.

2. Méthodologie

La méthodologie utilisée dans le cadre de cette activité de recherche a concerné la présentation de la zone d'étude, l'observation sur le terrain, la collecte et analyse des données.

2.1. Situation géographique du bassin versant de la mare de Bandiougou

Le bassin versant de la mare de Bandiougou s'étend entre 3°54'30" et 3°37'30" de la longitude ouest et 14°33'00" et 14°41'30" de la latitude nord. Il couvre une superficie estimée à 54 483,53 hectares avec un périmètre de 210 038, 80 m. Il est distant environ de 44,11 km d'est en ouest et de 20,92 km du nord au sud. Il est situé à la limite des communes rurales de Kendié au nord-est et Pignari-Bana au nord-ouest, au sud par Doucombo et Pignari-Bana, à l'ouest par les communes de Fatoma et de Kounari dans le cercle de Mopti. Au plan administratif, le site est situé dans la région de Mopti (Figure 1).

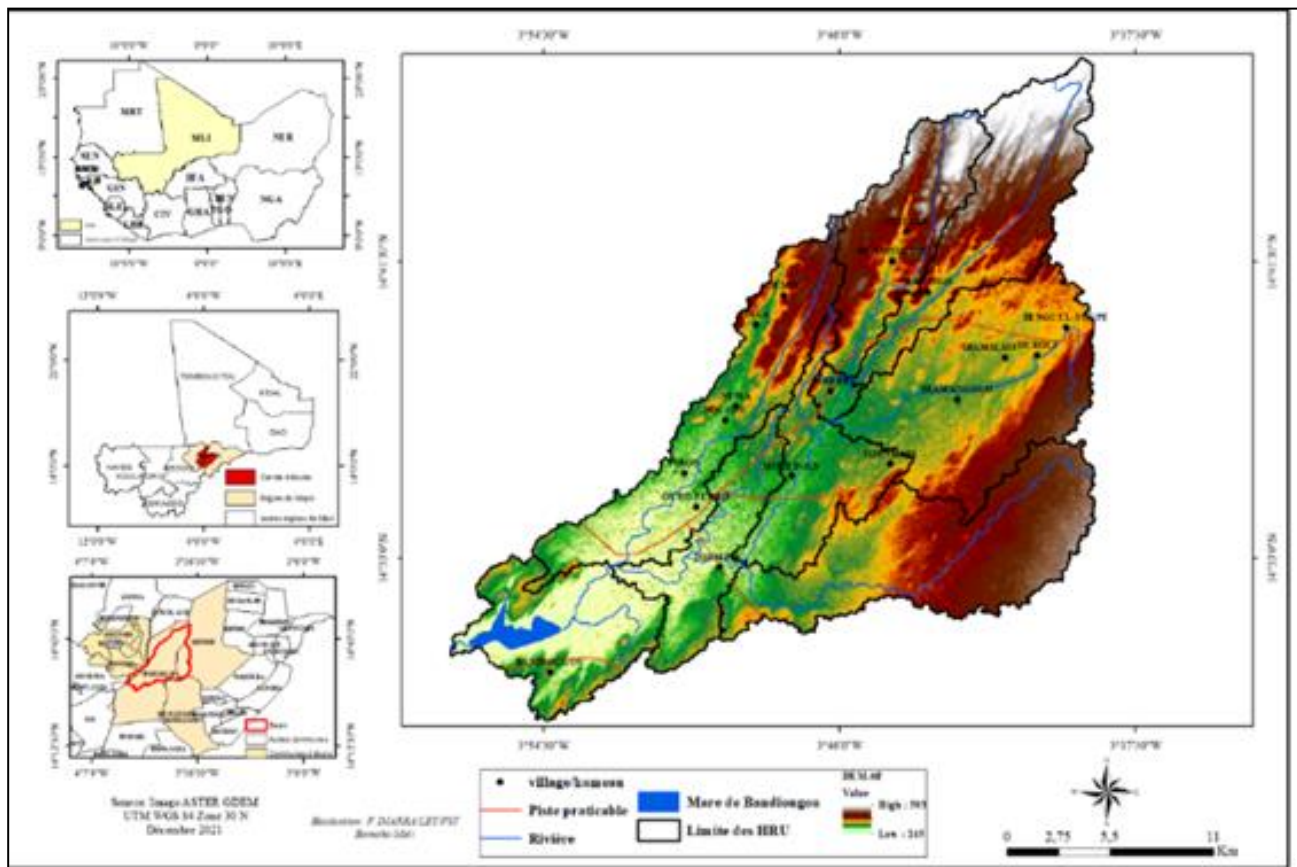


Figure 1: Carte de présentation du bassin versant de la mare de Bandiougou au Mali

2.2. Échantillonnage

Elle s'est déroulée suivant deux principales étapes. La première étape a consisté à la détermination de l'échantillon de l'étude et la deuxième à l'administration du questionnaire. Nous avons adopté la méthode d'échantillonnage à deux degrés dont l'unité primaire les villages, qui sont choisis de façon raisonnée et les ménages des agro-éleveurs agricoles comme l'unité secondaire sont choisis de façon aléatoire simple. La liste des villages situés dans le bassin versant, ainsi que leurs effectifs de population (selon les résultats du recensement général de la population de l'habitat de 2009), constituent la base de sondage. Le bassin versant de la mare de Bandiougou compte dix-huit (18) villages se situant dans la zone agroécologique du plateau Dogon. Il a été retenu cinq (05) villages en fonction de leur accessibilité, du nombre de ménages et de leur répartition géographique pour avoir des informations hétérogènes et fiables. Les 05 villages que compte le bassin, soit un taux d'échantillonnage de 37%. Selon le Schéma Régional d'Aménagement du Territoire (2011), 90% de la population dans la région de Mopti sont des agro-éleveurs. Notre étude se situe à l'échelle de bassin versant. Pour la détermination des ménages agro-éleveurs de

chaque bassin versant, il a été calculé 10% des 1670 ménages qui équivalent à 160 ménages. Le nombre de ménages à enquêter est déterminé par la formule de Nyangweso et *al.*, (2022).

$$n = \frac{N}{(1+N)e^2}$$

N = nombre total de ménages :1670 ; n = taille de l'échantillon ou Nombre de ménages à enquêter : 160 ; e = Niveau de précision ou marge d'erreur : 5%.

Après application de cette formule, 101 ménages ont fait l'objet des enquêtes sur les 160 ménages dans les deux zones agroécologiques, soit un taux d'échantillonnage de 100%. Sur cette base, les ménages ont été choisis de façon aléatoire simple dans les 05 villages retenus. La taille des ménages enquêtées par village est proportionnelle au nombre de ménages des villages. L'étude a été menée dans les bassins versants de la mare de Bandiougou (zone exondée). Les critères de choix seraient pour les acteurs d'être agro-éleveurs disponibles pour les interviews, avoir une durée de résidence d'au moins 10 ans dans la localité et être âgé au moins de 30 ans, avoir des informations historiques fiables sur les événements extrêmes (sécheresses, inondations, vents violents, crises alimentaires, conflits, etc.) et sur les indicateurs climatiques.

2.3. Collecte des données climatiques

Pour mener à bien cette étude, des données mensuelles pluviométriques, de températures et de vitesse du vent, des stations météorologiques de Mopti ont été collectées. Il s'agit des données pluviométriques, de températures, la vitesse du vent, l'évapotranspiration, l'insolation et l'humidité relative de la station de Mopti pour la période (1988-2018) pour les stations de Mopti sont obtenues de la Direction nationale Mali-Météo de Bamako.

2.4. Variabilité pluviométrique : calcul de l'indice standardisé de précipitation

Le climat est l'un des facteurs essentiels dont dépend la couverture végétale. La pluviométrie représente un facteur écologique déterminant, car elle permet de différencier les climats de cette zone. En effet, le développement des formations végétales dépend non seulement de la quantité de pluie tombée, mais aussi de sa répartition temporelle. Vu les aléas climatiques, surtout dans le sahel, toute étude de désertification ou de dégradation (dynamique) doit tenir compte de l'aspect climatique, pour pouvoir vérifier la part des déficits pluviométriques. À cet effet, l'Organisation Mondiale de la Météorologie (OMM) a adopté l'Indice de précipitations normalisé (SPI) en 2009 comme instrument mondial pour mesurer les sécheresses météorologiques, aux termes de la « Déclaration de Lincoln sur les indices de sécheresse ». Pour déterminer le caractère humide ou sec de la saison au Sahel, l'indice pluviométrique standardisé (SPI) est généralement utilisé (Diallo et al., 2011). La mesure de l'évolution climatique a

été faite par le calcul de l'indice standardisé des précipitations. 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 variations de précipitations à différentes échelles temporelles (Kouassi et al., 2012).

Sa formule est la suivante :

$$SPI = \frac{(X_i - X_m)}{S_i}$$

SPI = indice standardisé des précipitations ;

X_i : valeur de la pluviométrie annuelle de l'année i ;

X_m : valeur moyenne interannuelle de la pluviométrie sur la période étudiée ;

S_i : valeur interannuelle de l'écart-type de la pluviométrie sur la période étudiée.

Tableau 1: Classification de la sécheresse en rapport avec la valeur du SPI

Valeur de l'indice de Nicholson	Classes de sécheresse	Niveau de risques
$SPI > 2$	Humidité extrême	
$1 < SPI \leq 2$	Humidité forte	
$0 < SPI \leq 1$	Humidité modérée	
$-1 < SPI \leq 0$	Sécheresse modérée	
$-2 < SPI \leq -1$ inclus -1	Sécheresse forte	
$SPI \leq -2$ inclus -2	Sécheresse extrême	

Source : Bergaoui et Alouini, 2001 (Diallo et al., 2011)

L'indice standardisé de précipitations permet de mettre en exergue la période normale, la période humide et la période sèche. Une période normale est une période pendant laquelle une fluctuation identique s'observe de part et d'autre de l'axe des abscisses. Dans ce cas, la moyenne annuelle est sensiblement égale à la moyenne de la pluviométrie totale. Pendant la période humide, la moyenne annuelle est supérieure à la moyenne de la pluviométrie totale. La période sèche correspond à une période où la moyenne annuelle est inférieure à la moyenne pluviométrique totale.

3. Résultats

L'analyse de perceptions des agro-éleveurs sur l'évolution de la végétation a été effectuée de façon critique pour comprendre mieux la dynamique des pâturages sur les 30 dernières années. Il ressort également que la perception des agro-éleveurs sur les indicateurs des changements climatiques et leurs stratégies d'adaptation confirment les résultats obtenus par le traitement des images satellitaires de 1988 à 2018. Cela nous a conduit à caractériser l'état actuel des ressources pastorales dans le bassin versant de Bandiougou. Pour l'ensemble de l'échantillon du bassin versant de la mare de Bandiougou, les dogons

sont majoritaires avec 72,3%, ensuite les peulhs avec 5,9%, les bambaras avec 3% et les autres ethnies représentent 17,8%.

3.1. Indicateurs climatiques selon les agro-éleveurs du bassin versant de la mare de Bandiougou

Au Mali, les premières pluies significatives sont tombées dans l'extrême Sud à la moitié ou à la fin du mois d'avril. Début juin, les pluies ont augmenté dans l'ouest du pays tandis que les gouttelettes d'eau sont observées vers le nord (FAO, 1999). Pour mieux appréhender la perception des populations sur le démarrage de la saison des pluies dans le bassin de Bandiougou, les chefs d'exploitation ont été enquêtés.

➤ Evolution de la pluviométrie selon les agro-éleveurs

Les agro-éleveurs dans le bassin de Bandiougou ont perçu une évolution de la pluviométrie à travers les différentes contraintes qui sont le début tardif de la pluie, la durée de l'hivernage, la fin précoce de la pluie, la réduction de la quantité, la réduction de la longueur de la pluie, la fréquence des séquences sèches et l'intensité des pluies. La figure 1 montre la perception des agro-éleveurs de Bandiougou sur le début d'hivernage. Il ressort des résultats de la figure 2a que 69,3% à Bandiougou pensent que le début de l'hivernage est tardif suivie de 19,8% qui disent que le début est précoce et 10,9% estiment que c'est normal. Selon la répartition des agro-éleveurs par âge (Figure 2b), le début de l'hivernage est de plus tardif avec 31% classe 60 ans et plus, 24% sont de la classe 50-59 ans, 18 % de la classe 40-49 ans, 11% de la classe 30-39 et 5% de la classe 29 ans. Cela se justifie tout simplement que la classe d'âge des 60 ans et plus a subi beaucoup de changements intervenus dans leurs terroirs avant et après les grands épisodes de sécheresse des années 1970 et 1980.

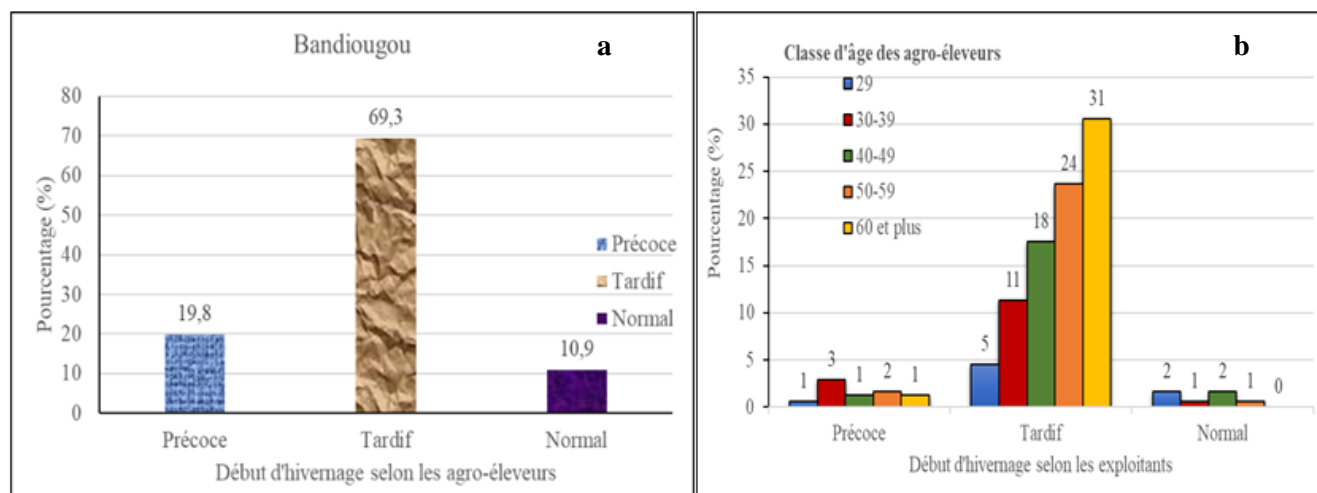


Figure 2 : Le début d'hivernage selon les agro-éleveurs de Bandiougou

➤ Evolution de la température selon les agro-éleveurs

Il est largement rapporté par les autorités et les communautés locales que la variabilité interannuelle a augmentées et que la saison des pluies est devenue imprévisible. Les températures ont augmenté et les conditions de sécheresse sont devenues plus fréquentes provoquant des migrations, temporaires ou permanentes, et cela deviennent une stratégie d'adaptation courante. Les hommes et les femmes y compris les autres couches plus vulnérables sont affectées par cette mobilité humaine qui accentue leur pauvreté. La figure 2 illustre la perception des agro-éleveurs sur la hausse de la température. A l'exception de 1,9% de la classe d'âge 50-59 ans, tous les agro-éleveurs de Bandiougou trouvent qu'il fait chaud avec un taux de 98,1%. La répartition des agro-éleveurs selon la classe d'âge révèle que la classe d'âge 60 ans et plus pense qu'il y a une hausse de température avec 31,8% suivie de la classe 50-59 ans avec 24%, la classe 40-49 ans avec 20,5%, la classe 30-39 ans avec 14,9% et la classe 29 ans avec 6,8%.

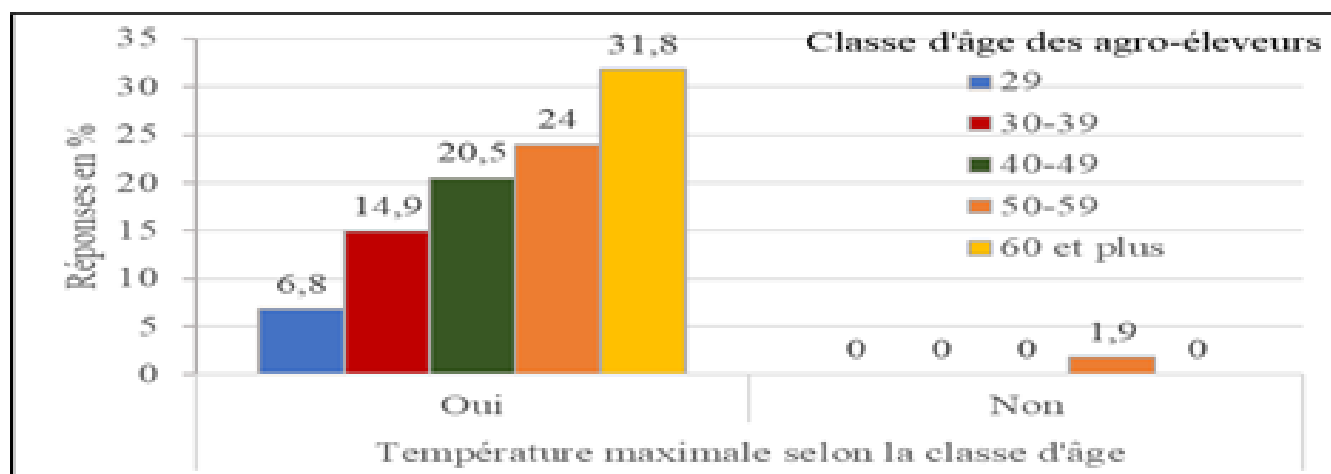


Figure 3 : La température maximale selon les agro-éleveurs de Bandiougou

Le tableau 2 rapporte le nombre d'années d'observations de la température Maximale. Il ressort du tableau 2 que 54% des agro-éleveurs de Bandiougou précisent qu'il fait plus chaud depuis environ 5 ans, 36% disent que depuis 10 ans, 7% qu'il fait plus chaud depuis 15 ans, 2% précisent la hausse de chaleur depuis 30 ans et 1% pensent que depuis 20 ans.

Tableau 2: Le nombre d'années d'observations des agro-éleveurs de Bandiougou sur la température

Nombre d'années d'observations	Bandiougou en %
≥5 ans	54
10 ans	36
15 ans	7
20 ans	1
25 ans	0
30 ans	2
35 ans et plus	0
Total	100

➤ Les causes de l'évolution de la température maximale

La figure 4 illustre les causes de l'évolution de la température maximale. Cependant, 37% des agro-éleveurs de Bandiougou estiment que la déforestation est la cause de la chaleur, 34% pensent que c'est la mauvaise répartition des pluies et 30% pensent que c'est la sécheresse.

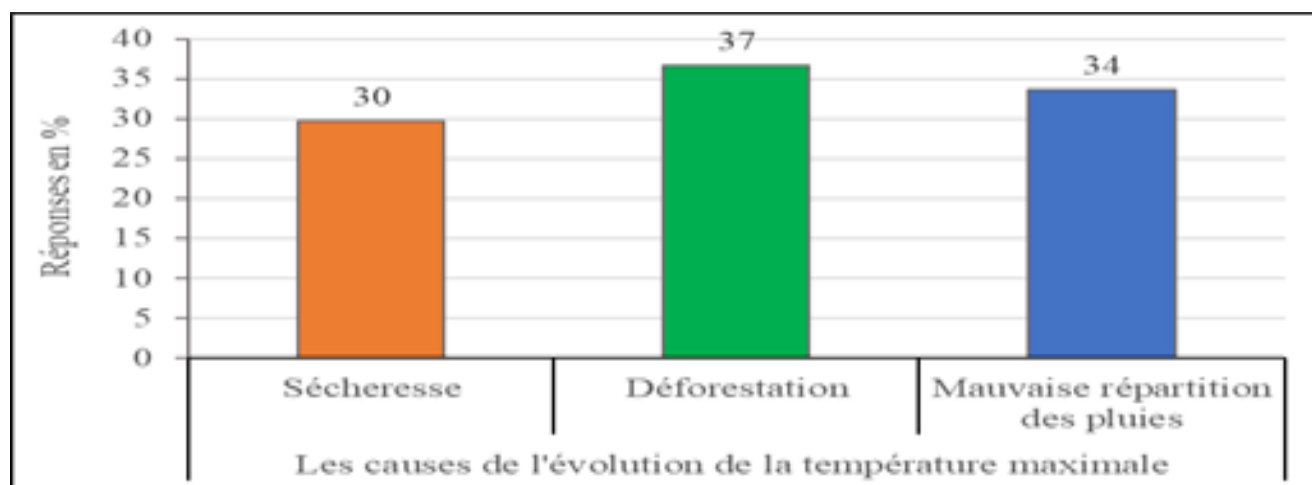


Figure 4: Les causes de l'évolution de la température maximale selon les agro-éleveurs

3.2. Evènements extrêmes dans le bassin versant de la mare de Bandiougou

➤ Historiques des évènements extrêmes

Le Mali a connu au cours des 50 dernières années, trois grandes sécheresses : 1973 ; 1984 et 2004. Au cours de la dernière décennie, ce cycle a été perturbé par des phénomènes dont les variabilités et les changements climatiques (Diarra et al., 2020). À cet effet, trois épisodes de sécheresse de grande envergure assez remarquable ayant touché l'ensemble du territoire national ont été observés à savoir : 2004 ; 2009 et 2011. Les différentes crises observées ont également eu des impacts sur les pâturages, alors que l'élevage constitue la seconde activité économique du secteur primaire avec 9,6% du Produit Intérieur Brut (PIB). L'analyse de la figure 5 montre que les évènements extrêmes vécurent ces 30

dernières années à Bandiougou sont des sécheresses avec 36% suivies des inondations avec 34% et les précipitations avec 24%.

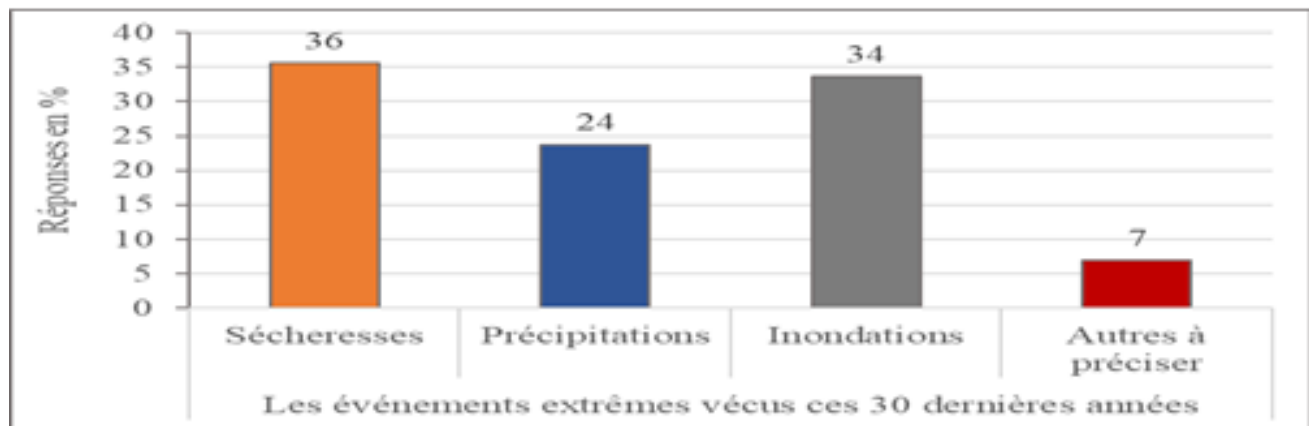


Figure 5 : Les événements extrêmes vécus sur les 30 dernières années

La figure 6 représente les causes des événements extrêmes sur les 30 dernières années. Les résultats de la figure montrent que 64% des agro-éleveurs de Bandiougou pensent que les causes des événements extrêmes sont dues à la mauvaise répartition des pluies suivie de la déforestation avec 30% et la dégradation du sol avec 6%.

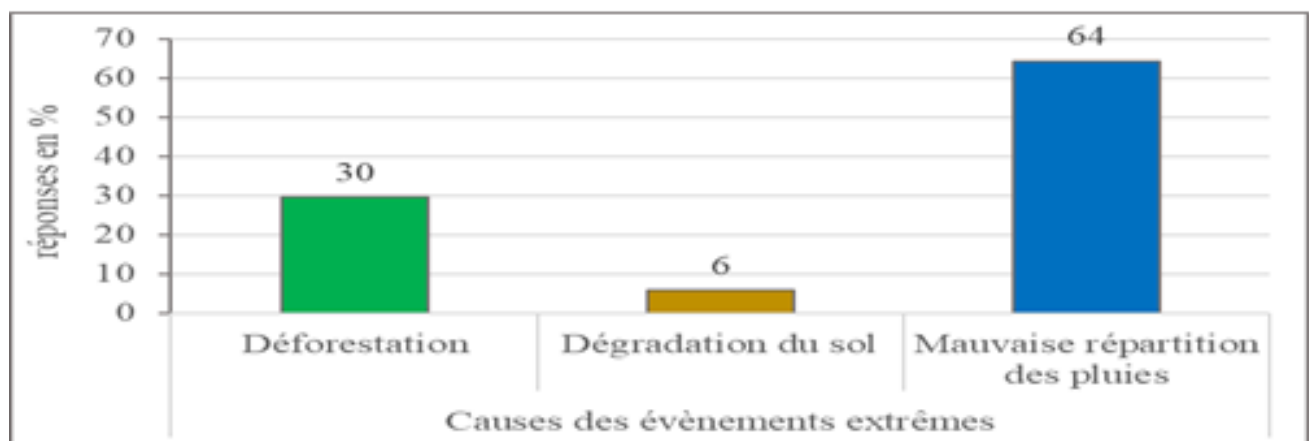


Figure 6 : Les causes des événements extrêmes vécus sur les 30 dernières années

➤ Analyse de l'indice pluviométrique standardisé (SPI) de la station météorologique de Mopti

Selon Diallo et al., (2011), l'Organisation Mondiale de la Météorologie (OMM) a recommandé en 2009 l'utilisation de l'indice pluviométrique standardisé (SPI) pour le suivi des sécheresses (météorologiques). Dans le cadre de notre étude, la méthode de calcul du SPI est réalisée afin de ressortir l'influence de la sécheresse sur la dynamique des formations végétales. L'évolution interannuelle de la hauteur des pluies à la station météo de Mopti de 1988-2018 est présentée sur la figure 7. L'analyse du graphique SPI allant de 1988 à 2018, montre qu'il y a eu douze années de sécheresses modérées (1988 ;1989 ; 1990 1991 ;

1992 ; 1997 ; 1998 ; 2000 ; 2001 ; 2004 ; 2006 ; 2015). La sécheresse forte concerne trois années (1993 ; 1995 et 2005), et une année de sécheresse extrême (2002). L'humidité se répartie en onze années d'humidité modérée (1996 ; 1999 ; 2003 ; 2007 ; 2009 ; 2011 ; 2013 ; 2014 ; 2016 ; 2017 et 2018), trois années d'humidité forte (1994 ; 2008 et 2012) et une année se trouve dans la classe de l'humidité extrême (2010).

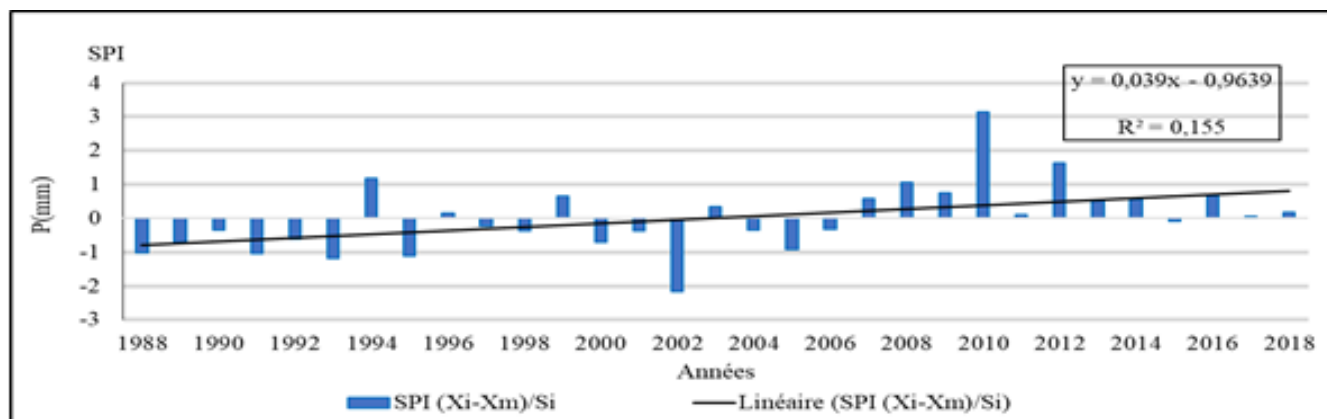


Figure 7 : Indices pluviométriques standardisés (SPI) sur la période 1988-2018

Le tableau 3 présente les ressources pastorales disponibles dans le terroir de Bandiougou. L'observation des résultats du tableau 3 révèle que 98 % des agro-éleveurs de Bandiougou ont évoqué la disponibilité des fourrages dans le terroir et 2% ont signalés la disponibilité des points d'eau.

Tableau 3: Les ressources pastorales disponibles dans le terroir de Bandiougou

Bandiougou		
Ressources pastorales disponibles dans le terroir	Effectif	Pourcentage (%)
Fourrages (ligneux et herbacé)	99	98,0
Point d'eau	2,0	2,0
Terres salées	0,0	0,0
Total	101	100

3.3. Risques de vulnérabilité dans le bassin versant de la mare de Bandiougou

La figure 8 représente les risques de vulnérabilité dans le bassin versant de Bandiougou. Il ressort que 47% des agro-éleveurs de Bandiougou trouvent que le risque de vulnérabilité est faible, 44% estiment le risque moyen et 10% disent que le risque est élevé. Le bassin de Bandiougou est majoritairement occupé par les affleurements rocheux qui lui couvrent des vents violents et les précipitations.

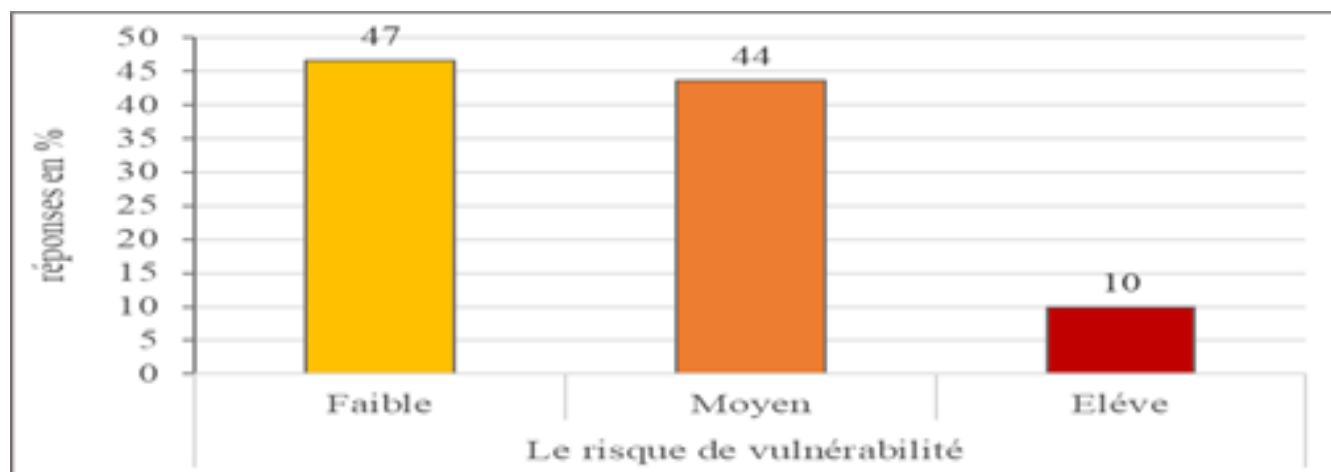


Figure 8: Risque de vulnérabilité dans le bassin versant de la mare de Bandiougou

4. Discussion

4.1. Analyse de perceptions des agro-éleveurs sur l'impact des changements climatiques et la répartition des pâturages

Dans le bassin versant de la mare de Bandiougou, 87,7% des agro-éleveurs ont perçu le début tardif et la fin précoce de l'hivernage, la faible croissance des cultures, le tarissement des points d'eau, le flétrissement des cultures, les baisses de rendement, les crises alimentaires, la pauvreté, l'endettement, les crues/décrués du fleuve Niger. Ils ont évoqué aussi les manifestations des effets biophysiques et socio-économiques des changements climatiques sur l'exploitation des bassins versants. Ces résultats sont conformes à ceux de Ballo et al. (2018) et Idani et al. (2013), qui rapportent que les changements climatiques ont des conséquences négatives sur l'environnement Sahélo-soudanien du Mali-sud et au Bénin (tarissement des bas-fonds, dégradation de l'écosystème). Ils sont également conformes aux résultats de Ballo et al. (2018), qui trouvent que les manifestations des changements climatiques sur l'exploitation du bas-fond de Sorobasso et de Koumbri ont causé des effets néfastes biophysiques et socio-économiques (tarissement, assèchement des cultures, faible croissance des cultures, baisse de rendement, dégradation, l'insécurité alimentaire, crise financière, tension sociale). Ces résultats sont également conformes à ceux du PANA, (PANA, 2007) au Mali, qui rapporte que les impacts des changements climatiques sur le système d'élevage se traduisent par une insuffisance des ressources en eau, une destruction des ressources forestières, un assèchement précoce des mares, des lacs et une dégradation de l'écosystème. Les résultats sont également conformes à ceux du GIEC (GIEC,2007), qui rapporte que les changements climatiques vont modifier le régime des précipitations, augmenter la fréquence et l'intensité des chocs climatiques et induire des transformations des écosystèmes, la dégradation affecte directement les productions agricoles.

4.2. Analyse des indicateurs climatiques selon les agro-éleveurs du bassin versant de Bandiougou

L'évolution climatique au cours des trois dernières décennies se manifeste par une augmentation des quantités de pluies mal réparties de 1988 à 2005 avec une moyenne de 444,3 mm dans le bassin versant de la mare Bandiougou. Tandis que la moyenne annuelle pour la période de 2006-2018 est de 577,360 mm, (soit une tendance ascendante significative de 5%), il a été observé une réduction de la durée de la saison pluvieuse et une augmentation des séquences sèches entre 1988 et 2018 : les séquences sèches sont passées de 7 jours à plus d'un mois. Entre 1988 et 2018, il a été observé une tendance progressive des unités de champs de cultures et de jachères au détriment des formations végétales. Ces résultats sont conformes à ceux de Diallo et al. (2011) après une étude sur les effets combinés du climat et des pressions anthropiques sur la dynamique évolutive de la végétation d'une zone protégée du Mali (Reserve de Fina, Boucle de Baoulé) qui trouvent que la pluviométrie a une évolution régressive. Tant au Mali qu'en Afrique de l'Ouest, la récession pluviométrique a été observée (AEDD, 2011) annonçant un début de sécheresse depuis les années 1970. Cette diminution pluviométrique avec des périodes des sécheresse successives depuis 1970 jusqu'à 1990 a entraîné des modifications dans les différentes zones agro climatiques du Mali, de la région tropicale (Ministère de l'Environnement et de l'Assainissement (MEA, 2011), au Mali sud (Ballo et al., 2018). Au Benin, la baisse progressive de la pluviométrie a eu comme effet, le tarissement précoce des bas-fonds et la baisse du niveau de la nappe phréatique (Idani et al., 2013). Les nombreuses mares, jadis permanentes tarissent le plus souvent en février-mars, mettant à rude épreuve la faune sauvage (Diallo et al., 2011). De nombreux ligneux morts sur pied sont visibles surtout dans les affleurements rocheux et les espèces végétales les plus touchées sont entre autres *Pterocarpus lucens*, *Bombax costatum*, *Lannea Microcarpa*, *Sterculia Setigera* et *Ficus Gnafalocarpa*, etc. Cette mortalité pourrait être liée à une aridité croissante du climat à réduire la disponibilité des ressources en eau, limitant le fonctionnement physiologique des arbres (Bruno, 2012).

Conclusion

La présente étude a permis de mieux comprendre la gestion des ressources pastorales et le comportement des agro-éleveurs dans le bassin versant de la mare de Bandiougou. Cette recherche s'inscrit donc dans une dynamique d'interaction des facteurs biophysiques et socio-économiques dans les bassins versants. La réalisation de cette recherche a nécessité la convergence des sciences naturelles et des sciences sociales. Le bassin versant de Bandiougou constitue des écosystèmes importants pour le développement socio-économique des agro-éleveurs. La mise en valeur permet aux exploitants de diversifier leurs productions, leurs sources de revenus. Les écosystèmes des bassins versants sont fragiles, l'exploitation

et les changements climatiques peuvent détruire leurs potentialités. Les résultats des analyses montrent que les pratiques de gestion durable des ressources pastorales sont motivées par les perceptions de satisfaire les besoins essentiels en produits et services que leur assurent les ressources espèces en présence. Dans le bassin de Bandiougou, les exploitants perçoivent à l'unanimité les changements climatiques sur plus de 30 ans. Ils constatent la mauvaise répartition des pluies, la réduction de la durée de l'hivernage. Les exploitants trouvent que le régime pluviométrique est très irrégulier avec une forte fréquence des poches de sécheresse. De manière incontestable, l'ensemble des exploitants enquêtés rapportent l'augmentation de la forte chaleur et le prolongement de la durée des périodes chaudes. Ce jugement est conforté par l'analyse des données météorologiques de la station de Mopti. Celles-ci ont révélé une légère augmentation des tendances pluviométriques ; les températures maximale et minimale observées étant en hausse. Les perceptions des exploitants sur les manifestations des changements climatiques dans les bassins versants s'illustrent par le retard de semis, la baisse des rendements agricoles, le flétrissement des plants et la disparition de certaines espèces. La gestion des différents bassins est assurée par les autorités coutumières des villages riverains des bassins. Les règles de gestion sont prescrites dans les conventions locales et orales. Les agro-éleveurs accordent une grande importance à leurs pâturages. Ils préfèrent les espèces à usages multiples vu leur contribution : fertilité des sols, fruits, fourrage, bois de feu, etc.

Références

- Agence de l'Environnement et du Développement Durable, AEDD, (2011). Politique nationale sur les changements climatiques, Rapport Final juillet, 45p.
- Assemblée régionale de Mopti, (2011). Schéma Régional d'Aménagement du Territoire de Mopti, SRAT 2010-2035. Financement : Fonds Africain pour le Développement, 413p.
- Ballo, M., Bengaly, A., Sidibé, A., (2018). Perceptions Paysannes de la Manifestation des Changements Climatiques sur l'Exploitation des Bas-fonds dans le Cercle de Koutiala cas de la Commune rurale de Sorobasso et Koumbri Bamako, MSAS 2018, 182p.
- Bruno, H., (2012). Changement climatique et conflits agro-pastoraux au Sahel, Ressources naturelles, conflits et construction de la paix en Afrique de l'Ouest (Rapport du GRIP, 01 juillet 2012), Université Catholique de Louvain, 2 octobre 2012, 14p.
- Diallo, H., Bamba, I., Barima Y., S., S., Visser, M., Ballo A., Mama A., Vranken I., Maïga M., Bogaert J., (2011). Effets combinés du climat et des pressions anthropiques sur la dynamique évolutive de la végétation d'une zone protégée du Mali, (Réserve de Fina, Boucle du Baoulé), 11p.
- Food and Agriculture Organization, (1999). Sahel : Situation météorologique et état des cultures en 1999. La saison des pluies a commencé dans des conditions généralement favorables, mais les faibles pluies du début du mois de juin menacent les cultures récemment plantées dans le centre et l'est du sahel, Rapport No 1 - 16 juin 1999, 6p.
- Gangneron, F., (2013). Ressources pastorales et territorialité chez les agro-éleveurs sahéliens du Gourma des buttes, Vertig O, vol. XIII, n°3, 145p.

- Gardelle J., Hiernaux, P., Kergoat, L., Grippa, M., (2010). Less rain, more water in ponds: a remote sensing study of the dynamics of surface water from 1950 to present in pastoral Sahel (Gourma région, Mali). *Hydrology and Earth System Sciences*, 324p.
- Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Évolution du Climat, (2007). *Bilan 2007 des changements climatiques : Rapport de synthèse*, GIEC, Genève, 114p.
- Idani, M., Akindele, A., Medeou, F., K., Ogouwale, E., (2013). *Stratégies d'adaptation paysannes aux changements climatiques dans l'arrondissement de Dassari (Bénin, Afrique de l'Ouest)*. Département de Géographie et d'Aménagement du Territoire (DGAT), Abomey-Calavi, Bénin 2, Laboratoire Pierre PAGNEY : Climat, Eau, Écosystèmes et Développement (Université d'Abomey-Calavi 01 BP 526, Cotonou 01). *XXVIe colloque de l'Association Internationale de Climatologie*, 293p.
- Kouassi, A., M., Kouamé K., F., Ahoussi, K., E., Oularé, S., et Biemi, J., (2012). *Impacts conjugués des changements climatiques et des pressions anthropiques sur les modifications de la couverture végétale dans le bassin versant du N'zi-Bandama (Côte d'Ivoire)*, (Rev. Ivoire), 226p.
- Nyangweso, D., O., and Matyas, G., (2022). *Performance Evaluation of Land Administration System (LAS) of Nairobi Metropolitan Area, Kenya*, PhD School of Earth Sciences, ELTE Eötvös Loránd University, Pázmány Péter sétány 1/A, H-1117 Budapest, Hungary, p203.
- Programme d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques, (2007). *Programme de préservation des ressources naturelles*, République du Mali, Ministère de l'Équipement et du Transport, Direction Nationale de la Météorologie, 101p.
- Thebaud B., (1990). *Politiques d'hydraulique pastorale et gestion de l'espace au Sahel*, 200, Rideau Terrace, apt 702, no 7304 Ottawa, Ontario K/M 023 (Canada). *Cah. Sci. Hum.* 26 (I-2) 1990 : 13-31, 65p.