

Revue HoPE

Variabilité climatique et stratégies d'adaptation des agriculteurs dans le cercle de Gao au Mali

Mahamadou ABDOULAYE^{a†}, Abdoukadri Oumarou TOURE^b, Hady DIALLO^a

a. Chaire-UNESCO d'Enseignement et de Recherche sur l'Environnement, Bamako, Mali.

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

† : **Auteur correspondant** : Mahamadou ABDOULAYE, email : mmohamedvi@gmail.com

Résumé

Le Mali subit depuis quelques décennies les impacts négatifs de la variabilité climatique qui sévit avec acuité mettant à rude épreuve les conditions de vie des populations notamment les agriculteurs de Gao. L'objectif de ce travail est d'analyser les stratégies adoptées par les agriculteurs du cercle de Gao en vue de faire face aux effets néfastes de la variabilité climatique. Les données climatiques ont été collectées à Mali Météo et portent sur la pluviométrie moyenne annuelle (1960 à 2020) et les températures maximales et minimales (1960-2020). La méthodologie mixte a été appliquée pour collecter des données socioéconomiques auprès des populations et des structures techniques sur une période de deux (02) mois dans la zone d'étude. L'analyse des résultats révèle une variation des régimes pluviométriques comprise entre années humides (indices positifs IAP > 2) et années sèches (indices négatifs IAP < -2) avec une année de sécheresse extrême en 1987. Cependant, La tendance des quantités de pluies est à la hausse pour les deux dernières décennies (2000 à 2020). La température maximale observée en 2014 et 2019 oscille autour de 40°C avec une significativité de l'évolution de la tendance dans la série des températures à la hausse. Ces résultats sont corroborés par les populations, notamment les agriculteurs dont 55,5% affirment un allongement de la saison sèche et 95% ont fait le constat d'une hausse des températures. Face aux effets négatifs de la variabilité climatique, les agriculteurs ont développé des stratégies : modification du calendrier agricole (63%), pratique du labour par traction animale (96%). En termes de retombées de ces stratégies, 56% des enquêtés affirment une amélioration des rendements agricoles et 55% estiment que celles-ci sont durables et résistantes aux impacts climatiques.

© Revue HOPE, tous droits réservés

Mots clés : Variabilité climatique ; stratégie d'adaptation ; agriculteurs de Gao ; Mali.

Abstract

For several decades, Mali has been suffering from the negative impacts of climate variability, which has severely affected the living conditions of the population, particularly the farmers of Gao. The objective of this study is to analyse the strategies adopted by farmers in the Gao circle to cope with the adverse effects of climate variability. Climatic data were collected from Mali Météo and include average annual rainfall (1960-2020) and maximum and minimum temperatures (1960-2020). The mixed methodology was applied to collect socio-economic data from populations and technical structures over a period of two (02) months in the study area. The analysis of the results reveals a variation in rainfall patterns between wet years (positive IAP > 2) and dry years (negative IAP < -2) with one extreme drought year in 1987. However, the trend in rainfall amounts is upwards for the last two decades (2000 to 2020). The maximum temperature observed in 2014 and 2019 oscillates around 40°C with a significant trend in the temperature series. These results are corroborated by the population, particularly farmers, 55.5% of whom report a lengthening of the dry season and 95% of whom report an increase in temperature. In response to the negative effects of climate variability, farmers have developed strategies: modification of the agricultural calendar (63%), practice of ploughing by animal traction (96%). In terms of the impact of these strategies, 56% of respondents said that they had improved agricultural yields and 55% felt that they were sustainable and resistant to climate impacts.

© Revue HOPE, all right reserved

Keywords: Climate variability; adaptation strategy; farmers of Gao; Mali.

† Auteur correspondant : Dr. Mahamadou ABDOULAYE, email mmohamedvi@gmail.com

Article reçu le : 02/08/2022, Version corrigée reçue le 29/03/2023, Accepté le 15/04/2023.

1. Introduction

Depuis la fin des années 1960, les pays sahéliens connaissent une crise climatique caractérisée par un déficit pluviométrique très ponctué de quelques années à pluviométrie normale ou excédentaire (GIEC, 2014). Pays sahélien enclavé, le Mali avec une population estimée à 20 250 834 millions d'habitants est structurellement vulnérable à l'insécurité alimentaire et à la malnutrition (Population data, 2021). Le pays est classé au 184^{ème} rang (0,427) sur 189 pays selon l'Indice de Développement Humain (IDH). Si la surface cultivable ne représente que 14% des terres selon les estimations de PNUD (2019), l'économie du pays dépend largement de l'agriculture (PNUD, 2019). Selon le FMI (2013, 2018) cité dans le rapport provisoire du profil environnemental du Mali (MEADD, 2012), l'agriculture a bien résisté en dépit de la situation sécuritaire qui se dégrade, et représente plus de 30% du produit intérieur brut (PIB) contre 23,9% en 2010. Le taux de croissance économique reste étroitement corrélé à la pluviométrie et s'est abaissé de 7,6% à 4,8% entre 2016 et 2017, année pluviométrique moins favorable. Dans la bande sahélo-saharienne du Mali, les revenus agricoles des paysans sont très faibles en termes d'agriculture suite aux aléas climatiques, cause pour laquelle, beaucoup d'agriculteurs combinent l'agriculture avec certaines activités génératrices (commerce, élevage de petit ruminant...) comme stratégies résilientes. De nos jours, cette variabilité climatique induit systématiquement la production agricole et étale d'une façon extensive l'insécurité alimentaire et la pauvreté sur l'ensemble de la zone d'étude (cercle de Gao). Située en zone sahélo-saharienne, la région de Gao l'une des plus vastes du pays est traversée sur plus de 450 km par le fleuve Niger qui délimite deux grandes zones naturelles : le Tilemsi sur la rive gauche, le Gourma sur la rive droite. Dans la vallée du fleuve Niger, l'agriculture occupe environ 85% de la population et pratiquement 100% des riverains du fleuve ; la culture principale est le riz (Jérôme Marie, *al.*, 2007). Aujourd'hui, cette région dans sa globalité subit progressivement les impacts des variabilités climatiques. La production agricole du cercle de Gao s'avère de plus en plus faible et n'arrive toujours pas à assurer une bonne sécurité alimentaire qui est également mise à mal par les conditions particulièrement difficiles du climat. L'objectif de l'étude est d'analyser les stratégies d'adaptation que les agriculteurs adoptent comme moyen de résilience face aux effets négatifs de la variabilité climatique dans le cercle de Gao.

2. Méthodologie

2.1.Site d'étude

La région de Gao est située au nord-est de la République du Mali entre le 15^{ème} et le 22^{ème} degré de latitude nord, le 5^{ème} degré de longitude est et le 2^{ème} de longitude Ouest. Avec une superficie de 89 532 km² (dernier découpage territorial où l'ex cercle de Ménaka a été érigé en région), la région de GAO occupe 14% de la superficie totale du Mali. Elle est la 7^{ème} région administrative du pays et divisée en trois cercles : Bourem, Ansongo et Gao. Ce dernier est situé entre 16°45' nord et 0°35'. Il couvre une superficie de 31 288 km² soit 35% de la superficie totale de la région de Gao. Il est limité par : au Nord par la région de Kidal, au nord-ouest par le cercle de Bourem, au Sud par le cercle d'Ansongo, à l'Est par la région de Ménaka, à l'Ouest par le cercle de Gourma Rharous. Le cercle comprend sept (07) communes dont 06 communes rurales (Gounzoureye, Gabero, Soni Ali Ber, N'tilitt, Nchawadji, Tilemsi) et une commune urbaine : celle de Gao. Selon le Recensement Général de la Population et de l'Habitat

de 1998, la population du cercle était de 171 253 habitants soit une densité de 5,4 habitants/km². Le taux d'accroissement était de 1,2% (taux régional), soit une estimation de 210 359 habitants en 2006 et 239 853 habitants en 2009 (ADERE – NORD, 2008) et 295 236 habitants en 2018 selon les Projections de DNP de Gao.

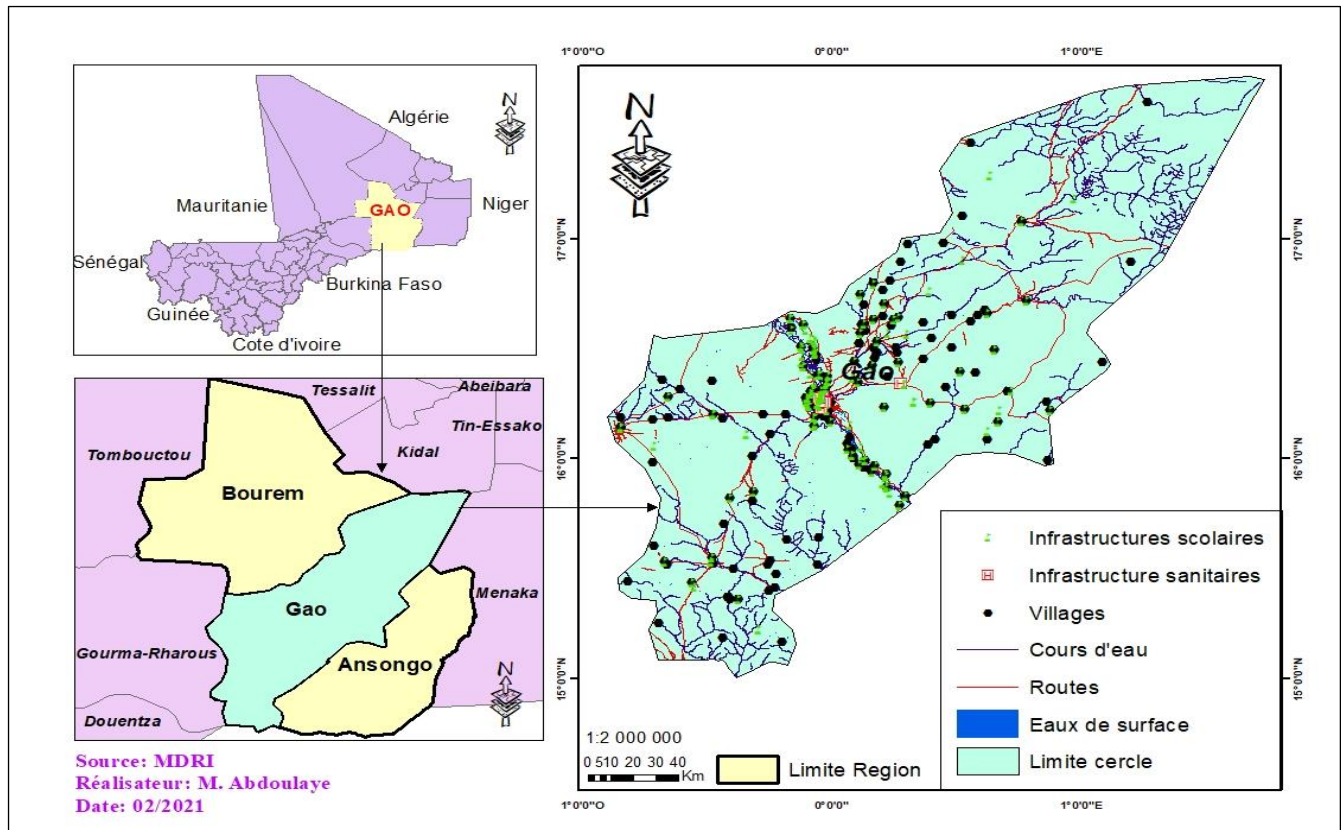


Figure 1 : Situation géographique du cercle de Gao

2.2. Méthode d'étude

2.2.1. Collecte des données

La collecte des données a concerné trois types de données. Il s'agit des données : climatiques, socioéconomiques et satellitaires. Les données climatiques utilisées ont porté sur la pluviométrie moyenne annuelle (1960 à 2020) et la température maximale et minimale (1960-2020). Elles ont été collectées au niveau de Mali Météo. La méthode mixte a été appliquée pour collecter des données socioéconomiques. Ces données ont été recueillies à travers des enquêtes de terrain par le biais de questionnaire pour les données quantitatives auprès des agriculteurs et de guide d'entretien pour les données qualitatives adressé aux services techniques. Les enquêtes ont eu lieu au niveau de 16 villages de quatre (04) communes, soit 04 villages par commune. Dans chaque village, 17 agriculteurs chef d'exploitation (13 hommes et 4 femmes) ont été enquêtés. Aussi, (02) deux focus group (homme et femme) par village ont été organisés. Au total, 272 agriculteurs ont répondu à l'étude quantitative et 32 focus groupe, 4 entretiens avec les services techniques et ONG pour l'étude qualitative.

2.2.2. Analyse et traitement des données

➤ *Traitement des données climatique*

L'Indice d'Anomalie Pluviométrique (IAP) a permis de définir les années sèches et humides de la zone d'étude (Nicholson et al. 1988). Cette méthode permet de suivre les fluctuations des régimes pluviométriques de la région Gao.

$$\text{Ainsi, } IAP = \frac{(x_i - X)}{S} \quad (1)$$

X_i : hauteur de pluie ou de crue annuelle pour une année j ;

X : moyenne annuelle de pluie à la station i pendant la durée de l'étude;

S : écart-type de la pluviométrie ou de crue annuelle pour la série chronologique.

$IAP < -1$ (années sèches) ; $IAP > 1$ (années humides).

La méthode statistique de détection des ruptures (Test de Buishand) a été appliquée sur la série des pluviométries moyennes et les températures moyennes. Ce test de Buishand (1982) qui est dérivée d'une formulation originale donnée par Gardner (1969) a été utilisé simultanément.

$$S_k = \sum_i^t (x_t - \bar{x}) \quad (2)$$

Si le p-value du test est inférieur à 5 %, la série présente une rupture significative. La date de la rupture est déterminée ainsi que les tendances avant et après cette date de rupture.

Le logiciel XLSTAT a été utilisé pour le traitement et l'analyse de ces données climatiques.

➤ *Traitement des données socioéconomiques*

Les données socioéconomiques recueillies ont été saisies et traitées sur Excel et pour le calcul des moyennes et des proportions en fonction des réponses fournies par les groupes cibles enquêtés. (Conception des graphes, des courbes et des tableaux).

3. Résultats

3.1 Analyse des paramètres climatiques

3.1.1 Indices d'anomalie pluviométrique de la station Gao

L'observation de la figure (2) ci-dessous, montre de 1960 à 2019, une variation des régimes pluviométriques comprise entre années humides (indices positifs $IAP > 2$) et années sèches (indices négatifs $IAP < -2$). L'année 1987 avec 54,6 mm constitue une année de sécheresse extrême tandis que celle 1999 avec 393,2 mm est considérée humide et jamais observée sur 60 ans. L'augmentation de la quantité des pluies est constatée durant ces deux dernières décennies avec une intensification dans la deuxième décennie (2010-2019) comparativement à la première (2000-2009).

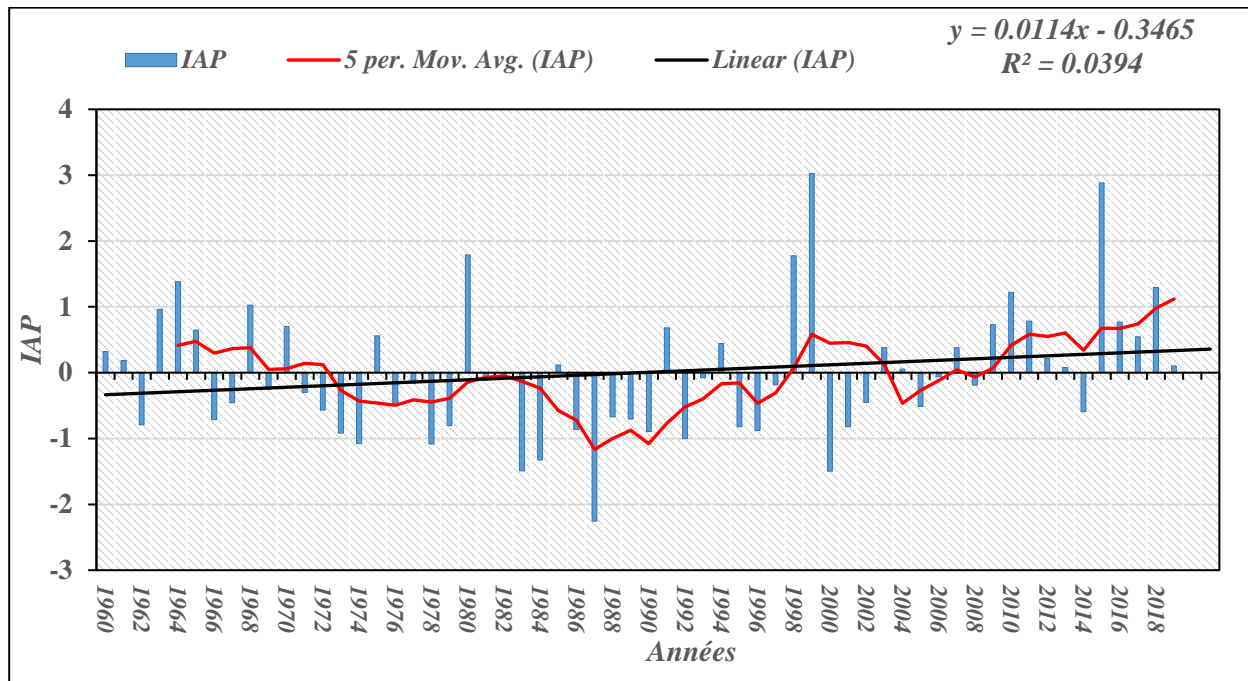


Figure 2 : Indices d'anomalies pluviométriques (IAP) de la station de Gao (Mali météo).

3.1.2 Détection de rupture avec le test de Buishand

Selon la statistique descriptive du test de Buishand, la p-value est égale à 0,016 et $\alpha = 0,05$. L'observation de la figure (3) ci-dessus montre l'année 1997 comme année de rupture dans la série pluviométrique qui est très significative avec une p-value $0,01 < \alpha$. Cette rupture définitive a scindé la série en deux périodes notamment la première période de 1960 à 1997 avant la rupture avec des moyennes de la sous série ($\mu_1 = 175,26$) et la seconde période de 1998 à 2020 avec des moyennes de la sous série ($\mu_2 = 219,85$) après la rupture.

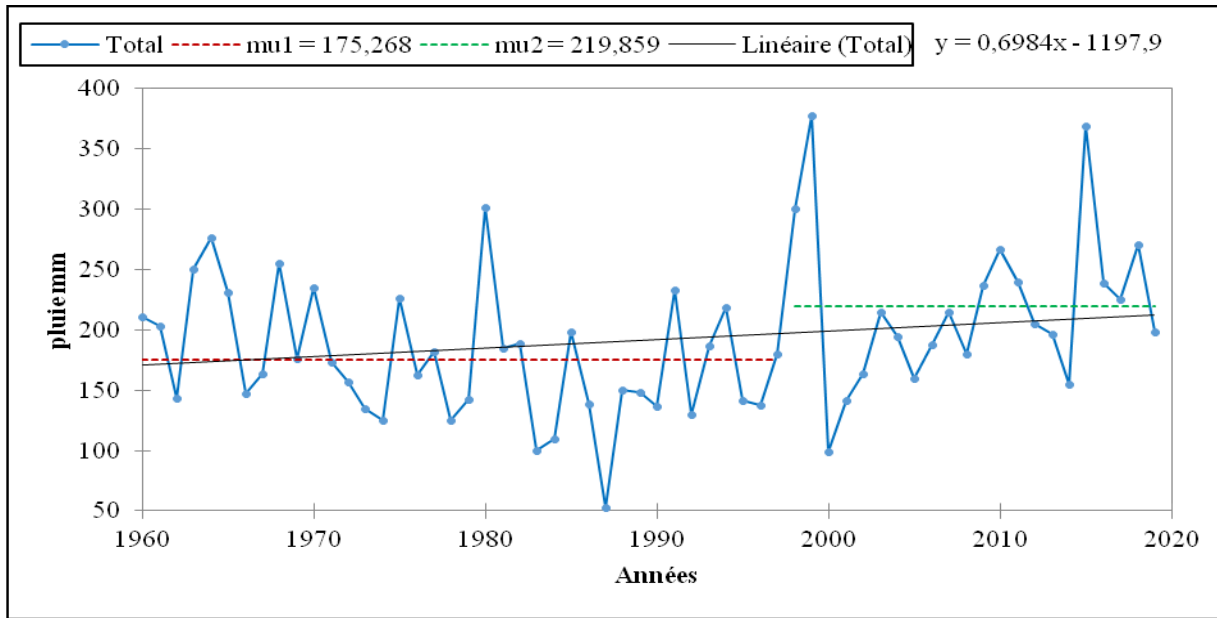


Figure 3 : Application du test de Buishand sur la série pluviométrique.

3.1.3 Anomalies des températures moyenne (IAT)

L’observation de la figure montre des indices négatifs ($0 > IAT > -1$) de 1960-1965 caractérisés par des températures relativement basses suivi des indices positifs ($0 < IAT < 1$) de 1966-2018 marqués par des températures relativement élevées. La température maximale a été observée en 2014 et 2019 avec un indice $IAT < 1$ soit 40°C et une minimale en 1961 avec un indice $IAT > -0,2$ soit 20°C . La courbe rouge qui est la moyenne mobile sur 2 ans, obtenue par régression linéaire représente la significativité de l’évolution de la tendance dans la série des températures moyennes sur la toute période et indique une tendance à la hausse.

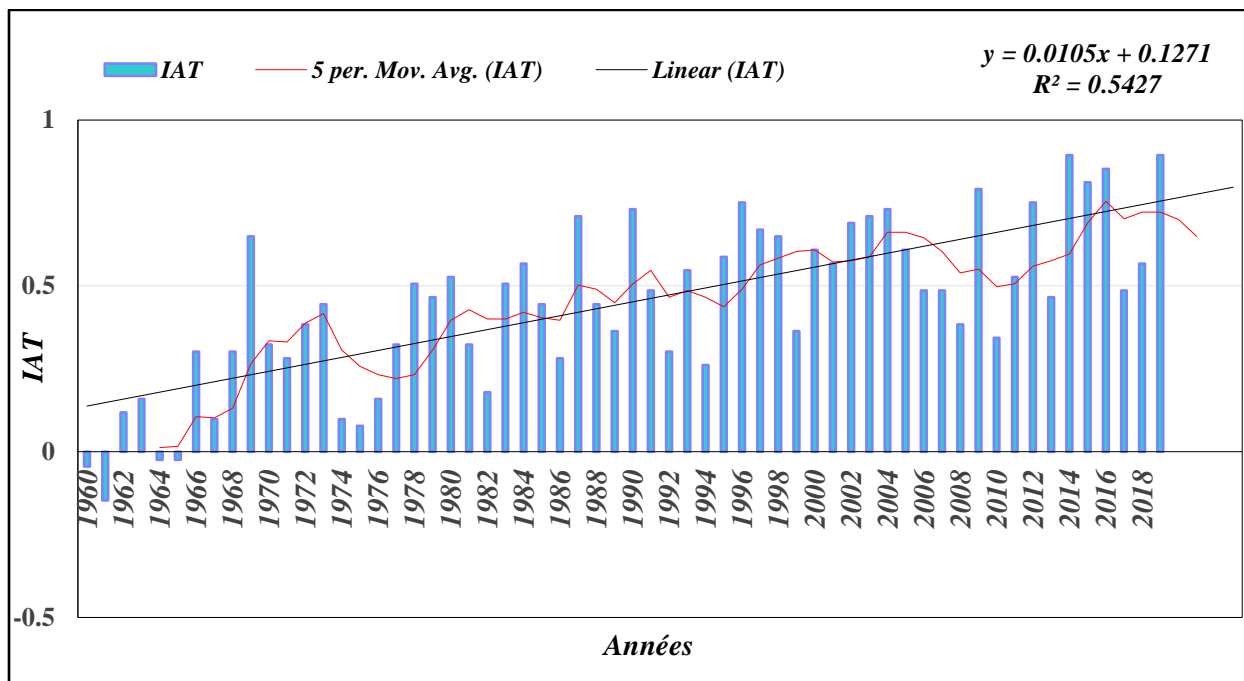


Figure 4 : Indice d'anomalie des températures à la station de Gao (Mali météo).

3.1.4 Détection de rupture avec le test de Buishand

Le test de Buishand sur les températures moyennes, détecte une rupture observée à partir de 1982 sur la série avec une p-value $< 0,0001$ très hautement significative (Figure 5). Cette rupture est observée entre 1982 et 1983. Elle est marquée visiblement par une augmentation brusque passant de 29° (1982) à 30° (1983). Etant donné p-value $(0,0001) < \alpha$ (très significative) l'hypothèse nulle H_0 est rejetée au profit de l'hypothèse alternative H_a .

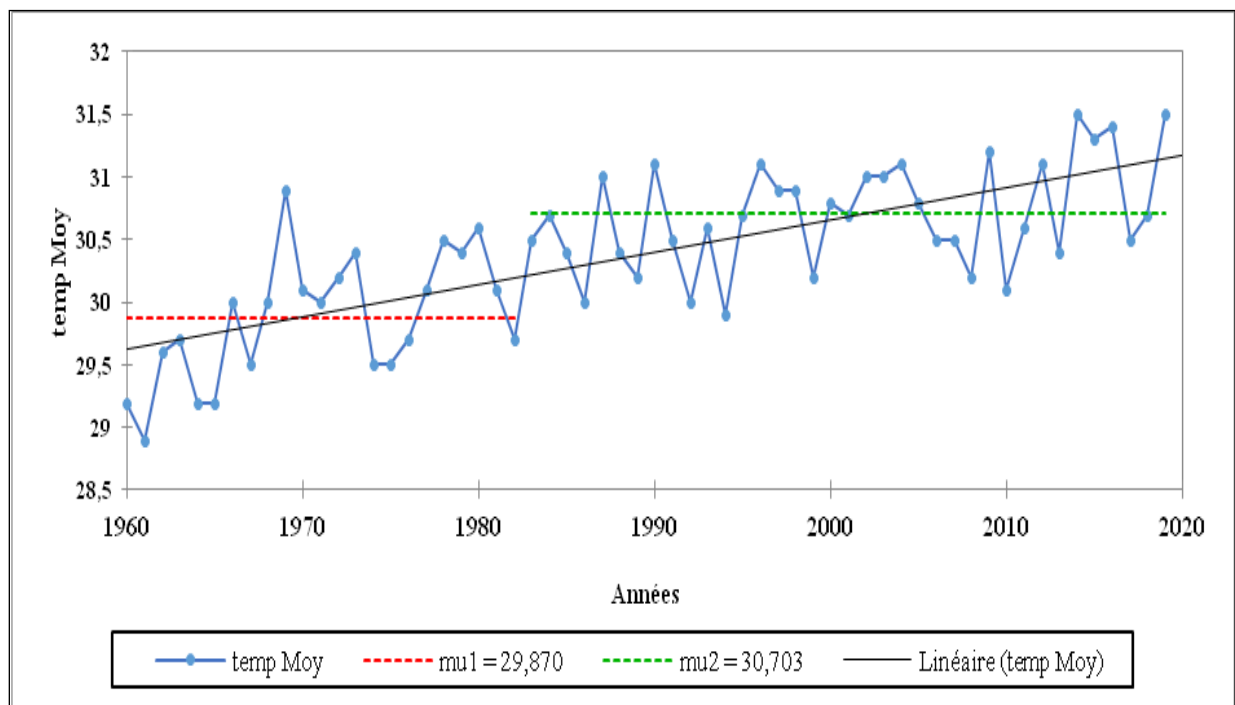


Figure 5 : Application du test de Buishand sur la série des températures moyennes

3.2 Perceptions paysannes sur la variabilité climatique

L'agriculture, l'élevage et la pêche sont le socle des revenus des agriculteurs ruraux. Mais, aujourd'hui ces secteurs sont précarisés par la variabilité climatique. Selon les perceptions des agriculteurs enquêtés, ce phénomène se perçoit sous plusieurs formes telles que la baisse considérable des quantités des pluies (90%), l'arrêt précoce des pluies (75%). Aussi, 95% des agriculteurs enquêtés affirment une augmentation de l'intensité de la température locale.

3.3 Stratégies d'adaptation des agriculteurs

Ce résultat provient des données empiriques collectées auprès des agriculteurs dans l'optique de faire une synthèse des stratégies d'adaptation développées avant d'identifier les meilleures pratiques d'adaptation qui contribuent à leur résilience face aux impacts négatifs des variabilités climatiques dans le cercle de Gao.

3.3.1 Caractéristiques sociodémographiques des enquêtés

3.3.1.1 Caractéristiques ethnique

Le tableau (1) montre que la population est composée de Sonrhais, de Peuls, d'Armas, de Touaregs, de bozos etc. Les sonrhais sont majoritaires avec 63% par rapport aux autres ethnies pratiquement dans toutes les communes sauf celle de Nchawadji.

Tableau 1 : Répartition ethnique par commune

N°	Commune	Ethnie					%	Total
		Sonrhais	Peul	Touareg	Bozo	autres		
1	Gabero	51	10	3	0	0	23,53	64
2	Gao	74	2	1	0	3	29,41	80
3	Gounzoureye	50	8	0	2	0	22,06	60
4	Nchawadji	0	0	68	0	0	25,00	68
5	Pourcentage	64,33	7,3	26,4	0,73	1,10	100	
Total		175	20	72	1	3	272	

3.3.1.2 Niveau d'instruction des enquêtés par genre

Le tableau (2) ci-dessous montre de façon générale que le niveau d'instruction de l'échantillon est faiblement remarquable. Il est plus significatif chez les hommes que chez les femmes ; même si, sur 208 hommes, il y'a 100 hommes non instruits contre 32 femmes non instruites sur 64 femmes. En outre, ce facteur est très essentiel car il permet aux agriculteurs et agricultrices d'être en contact avec le monde extérieur en termes d'information et développement.

Tableau 2 : Niveau d'instruction de l'échantillon par genre

GENRE		NIVEAU D'INSTRUCTION					TOTAL
		Primaire	Secondaire	Supérieur	École coranique	Analphabète	
SEXE	Homme	32	11	5	60	100	208
	Femme	22	5	0	5	32	64
TOTAL		54	16	5	65	132	272

3.3.1.3 Caractéristiques des activités principales

Les activités principales effectuées sont entre autres : l'agriculture, l'élevage, l'agro-élevage et le commerce. Selon l'observation de la figure ci-dessous, l'agriculture reste la plus pratiquée avec 67% (Figure 7) et l'agro élevage 29%. Les autres activités sont perçues comme des activités complémentaires.

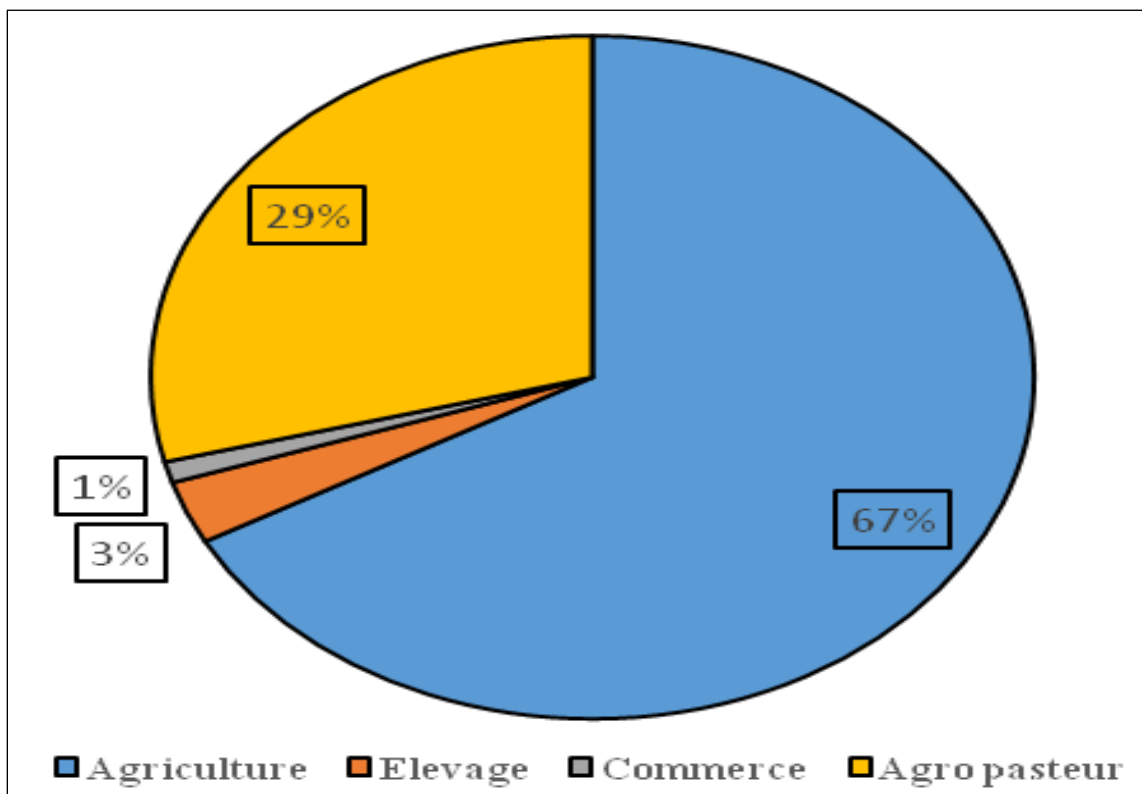


Figure 6: Caractéristique de l'échantillon par activité principale (Enquête de terrain, 2020).

3.3.2 Stratégies d'adaptation spontanées

3.3.2.1 Modification des calendriers cultureux

La péjoration des conditions climatiques modifie inlassablement les régimes pluviométriques et la durée des saisons. Suite à ces impacts, les agriculteurs ont procédé à la modification de leurs calendriers cultureux. Il s'agit, d'ajuster les périodes de semi en fonction des prévisions locales du climat soit en décalant les dates de semi en avant ou en arrière tout en tenant compte de la variété culturale et de la topographie du champ. La figure (8) ci-dessous, révèle que 63% des agriculteurs ont modifié leurs dates des semis et les pratiques culturelles (utilisation des semences améliorées) contre 37% qui n'ont pas observé de modifications culturelles. Selon les perceptions paysannes les cultures sèches comme le sorgho et le mil ne se développent plus sous le climat actuel à cause de l'insuffisance de la pluviométrie. Il est bien évident d'abandonner ou remplacer ces spéculations par certaines (les légumineuses) qui obéissent aux conditions climatiques et pédologiques actuelles comme les plantes potagères par exemple, ou des nouvelles variétés de riz, déclarent certains paysans.

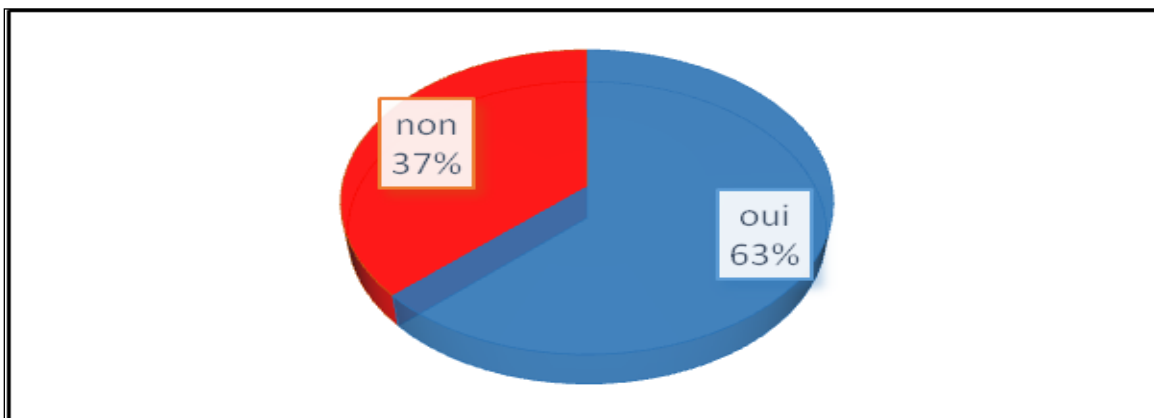


Figure 7: Modification du calendrier cultural des agriculteurs (*Enquête de terrain, 2020*).

3.3.2.2 La riziculture comme alternative de premier choix à la variabilité climatique

La riziculture, une des pratiques anciennes des agriculteurs est aujourd’hui une alternative pratiquée par certains sédentaires (éleveur et pêcheur) comme activité compensatoire aux contraintes climatiques à cause de ses avantages économique et alimentaire. Plus de 80% des agriculteurs enquêtés sont des riziculteurs. Selon ces derniers, il suffit d’avoir une source d’eau, de la semence et une charrue à traction animale pour se faire de bons rendements en culture de riz. Avec l’utilisation des motopompes dans l’irrigation des terres agricoles, les agriculteurs arrivent à pallier le gap des déficits pluviométrique pendant la saison pluvieuse. Une activité qui est non seulement une source alimentaire et économique pour l’homme mais produit aussi de la paille destinée à l’alimentation des animaux comme fourrage.



Photo 1 : Vue d’ensemble d’une rizière dans le village de Bagoundié1 (M A, 2020).

3.3.2.3 Stratégie de l’irrigation d’appoint

L’irrigation est répertoriée comme la plus importante stratégie d’adaptation pour répondre aux besoins hydriques que provoque la variabilité climatique. En effet, l’irrigation d’appoint (à base de forage californienne et motopompe ou les mares) est une stratégie couramment pratiquée et sollicitée par les agriculteurs face aux déficits des pluies car pendant la saison pluvieuse, les agriculteurs peuvent observer une semaine ou deux semaines d’arrêt des pluies. En ce moment, l’utilisation des motopompes et les forages est observée comme une stratégie d’irrigation efficace face au manque des pluies. Les périodes

d'aridité et les phénomènes extrêmes tels que les sécheresses frappent les agriculteurs constamment, d'où l'urgence d'adapter les techniques d'irrigation. Selon les résultats du terrain, dans la commune de Nchawadji (commune nomade) l'irrigation est faite à partir des puits traditionnels ou des mares tandis que les agriculteurs des communes de Gounzoureye, Gabéro et Gao, l'irrigation s'effectue à base des forages californiens, des mares ou le fleuve Niger pendant les crues.

3.3.2.4 Diversification des activités

La diversification des activités est aussi une stratégie pratiquée par plusieurs agriculteurs comme : agriculture-élevage, commerce-pêche, commerce-élevage, jardinage-commerce etc. La combinaison la plus élevée est celle des agro-pasteurs avec 22% (Figure 9) par rapport aux autres combinaisons à faible pourcentage. Le commerce est l'activité la plus combinée comme source de revenu complémentaire. Chaque agriculteur, éleveur ou pêcheur développe un petit commerce qui l'aide à financer ces activités agricoles, diversifier sa ration alimentaire et à couvrir d'autres besoins familiaux (alimentaires, santé, scolaires et culturels...).

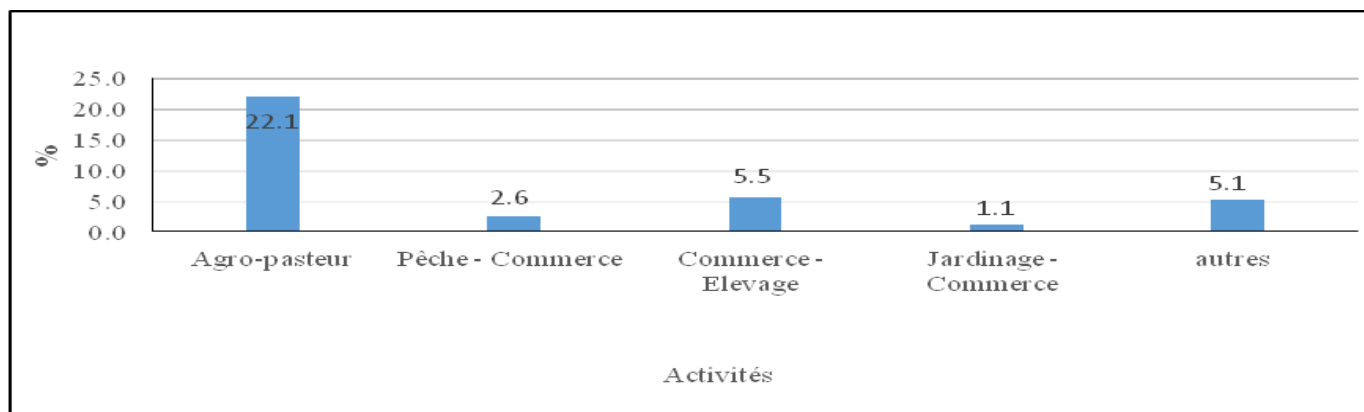


Figure 8 : Les différentes activités associées par les paysans (Enquête de terrain, 2020).

Cette polyvalence permet à la population locale de diminuer la vulnérabilité économique et favorise leur capacité de résilience face aux caprices climatiques et d'obtenir du capital à partir de la vente. Cette diversification des sources permet de générer de revenus. Selon l'échantillon enquêté, il est difficile de se limiter uniquement à une seule activité génératrice à cause des mauvaises répartitions pluviométriques que subit l'Agriculture. Certaines agricultrices pratiquent des activités artisanales telles que la confection des nattes traditionnelles, des jarres, des paniers, des éventails, des bijoux traditionnels, destinés à la vente dans les marchés hebdomadaires dont les recettes seront utilisées pour d'autres besoins ; tandis que d'autres en pratiquent uniquement le commerce des sous-produits d'élevage, de la pêche et la forêt, il s'agit du commerce du bois, charbons, beurre, lait et du poisson séché. Une frange partie des jeunes de 25 à 40 ans s'orientent vers la zone urbaine ou d'autres zones rurales après les récoltes (février, mars et avril) pour entreprendre certaines activités comme : la menuiserie, la maçonnerie, l'orpaillage traditionnelle et le gardiennage avant la reprise de leurs travaux champêtres.

3.3.2.5 La pratique du maraîchage

La culture maraîchère fait partie des activités qui contribuent à l'amélioration des rations alimentaires et des conditions économiques des ménages en milieu rural et urbain, soit 8% des enquêtés selon les

résultats de cette étude. Beaucoup des agriculteurs s'orientent vers cette pratique à cause de sa rentabilité alimentaire et financière.



Photo 2 : Jardin maraîcher au quartier de Djiddara (M A, 2020).

Le maraîchage est majoritairement pratiqué pendant les décrues soit aux alentours des marres ou dans d'autres endroits. Les spéculations utilisées sont : le gombo, le piment, le haricot, les poivrons, la patate, la tomate, l'oignon, la salade etc. La commercialisation des productions est organisée et gérée par l'homme (fixation de prix) avant l'acheminement vers les marchés locaux. Elles sont aussi pratiquées par les femmes, soit d'une manière individuelle ou associative. Ces activités demandent assez de courage et des moyens (semences, source d'eau, terre, matériels...), ces différents facteurs favorisent la productivité des agriculteurs en termes de rendement.

3.3.2.6 Embouche des petits ruminants

Le développement d'embouche des petits ruminants est aussi une forme de stratégie adaptative des agriculteurs pour stabiliser leurs conditions socioéconomiques. Cette stratégie se propage et selon les résultats de terrain, comme en témoignent les 69% des agriculteurs (Figure 10) qui en pratiquent sous forme d'activité complémentaire. Les chèvres, les moutons et les vaches sont élevées fréquemment par les agriculteurs/agricultrices et sont commercialisés pour des fins de subsistances alimentaires et financières.

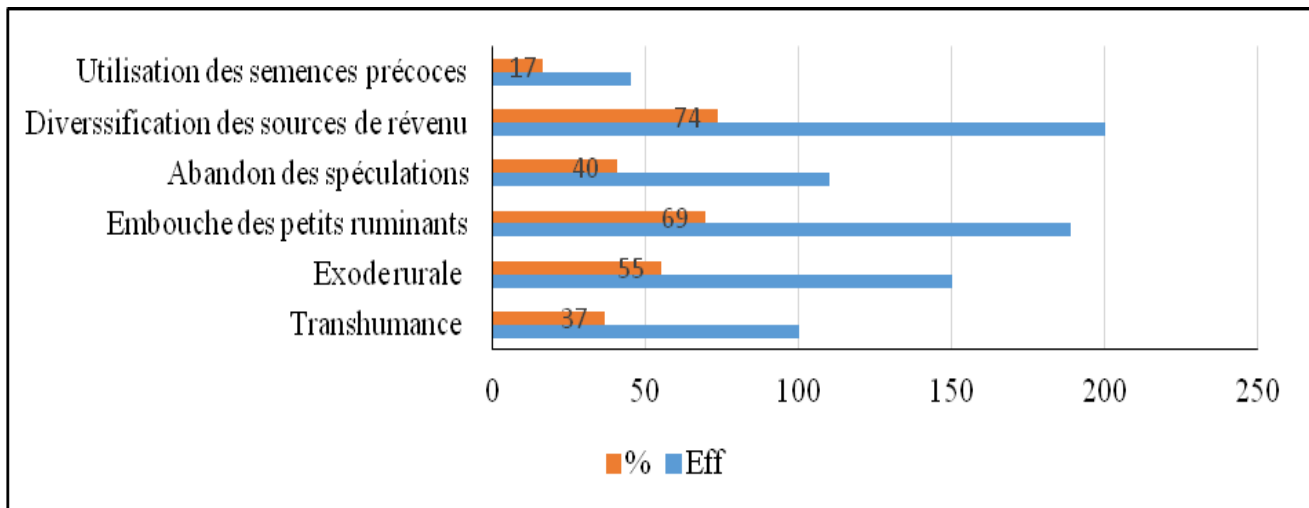


Figure 9 : Stratégies locales d'adaptation (Enquête de terrain, 2020).

3.3.2.7 Exode rural et migration

La migration et l'exode rural constituent une autre forme de stratégie pour augmenter les revenus familiaux. Les contraintes des variabilités climatiques obligent les agriculteurs à s'adapter ou migrer vers d'autres zones favorables à leurs conditions de vie. Dans cette étude, 55 % des agriculteurs (jeunes agriculteurs) pratiquent l'exode rural (Figure 10) qui consiste à augmenter les revenus familiaux. Dans cette zone, la plupart des migrants part à la recherche d'emploi dans les grandes villes ou vers certains pays voisins comme le Niger, l'Algérie, la Mauritanie, la Lybie, la Côte d'Ivoire ou le Ghana.

3.3.3 Les stratégies d'adaptation planifiées

3.3.3.1 Les systèmes antiérosifs

Face à la dégradation des ressources naturelles, les agriculteurs emploient comme techniques locales : la réalisation des systèmes antiérosifs, de demi-lunes pour végétaliser le sol, les cordons pierreux pour éviter le ruissellement de l'eau. Elles sont toutes généralement réalisées par l'appui de certaine ONG comme l'ONG UAVES par exemple. Ces activités génèrent non seulement des revenus ménagers (employabilité locale des femmes et des jeunes) mais aussi des stratégies adaptatives efficaces contre les phénomènes d'érosion, d'ensablement et permettent à la restauration des terres dégradées.



Photo 3 : Réalisation des demi-lunes (image A) et Image d'un cordon pierreux (image B) dans le village de Tacharane (M A, 2020).

Ces techniques permettent la régénération et la restauration des sols dégradés. Ils sont dévoilés comme un frein au ruissellement de l'eau sur la pente, frein d'autant plus important que ladite haie. Un cordon pierreux bien situé permet de mieux contrôler l'érosion éolienne.

3.3.3.2 Les petits périmètres irrigués villageois (PPIV)

Ils sont vite confrontés aux réalités du terrain qui sont, entre autres : leur taille était trop petite pour pouvoir toucher la majorité des villages et le coût d'un aménagement fiable était trop élevé. Le cas de la Région de Gao est un exemple, le projet d'aménagement des périmètres irrigués villageois (PAPIV) réalise depuis 1998 dans la région de Gao dont l'objectif est d'assurer la sécurité alimentaire des populations concernées par la production de deux cycles de culture (saison des pluies et contre-saison). Particulièrement la réhabilitation des PPIV de Bagoundjé1 et de Tacharane en 2021 par certains partenaires privés afin d'augmenter la capacité de résilience des populations locales face à la variabilité climatique.

4. Discussion

La variabilité climatique de la station de Gao s'observe par une diminution considérable de la pluviosité et une augmentation de la température moyenne de 1966 à 2018, cette analyse est celle identique à celle d'Hubert, P et Carbonnel, P (1987). A travers l'analyse de l'indice des anomalies pluviométriques de la station de Gao (IAP), le moins que l'on dégage comme observation d'anomalies pluviométriques est cohérent avec ceux observées avec les précédentes études. L'indice de la station d'étude (cercle de Gao) varie brutalement entre un indice de IAP > 2 et IAP < -2. La variation de ces indices exprime des sécheresses extrêmes et des humidités extrêmes. Ces résultats convergent aussi avec ceux de Gareyane (2008) à la station de Gao et de Touré, (2017) et Touré *et al*, 2021 ; au niveau de la station de Mopti. Quant à la température, second paramètre clé du climat, elle varie entre un maximum de 45°C, moyenne de 30°C et minimum de 20°C. Selon l'analyse de la température, on observe une tendance à la hausse de 1964 jusqu'à 2020. Les contraintes climatiques de cette zone se caractérisent par une diminution des précipitations, une hausse des températures qui dégradent progressivement les ressources naturelles, biologiques et les conditions de vie des agriculteurs.

Il ressort de nos résultats socioéconomiques, 63% des agriculteurs qui modifient leurs calendriers culturels en raison de la variation saisonnière du régime pluviométrique et la durée de la saison sèche qui apparaît de plus en plus longue. Selon les agriculteurs, la meilleure stratégie à ce changement brusque est le décalage des pratiques culturelles (date des semis). Car la saison pluvieuse n'a plus de mois fixe ni des indicateurs fixes comme références donc cette modification de calendrier culturel est impérative. Les modifications se manifestent notamment lorsqu'il s'agit de déterminer les dates de buttage et de semis des différentes plantes. Pour pallier à l'irrégularité de la pluie, les populations rurales sont plus prévoyantes. Ils terminent la préparation du terrain (Mai Juin) afin de bénéficier des premières pluies du mois de Mai pour commencer les buttages ou les semis. Le choix de culture est aussi une technique couramment utilisée par les agriculteurs en fonction de la position du champ, besoin en eau et la variété cultivée, une analyse qu'affirme Beye (2018) sur les impacts des stratégies d'adaptation face au changement climatique au sud du Sénégal. Dans ce cas, la riziculture est la pratique la plus dominante dans les communes riveraines (Gao, Gounzoureye et Gabero), mais la plupart utilisent des variétés

précoces comme stratégie adaptative à cause de la rareté des pluies et aussi des oiseaux granivores, cette analyse nous ramène à celle de Jean Bosco K. Vodounou et Yvette Onibon Doubogan (2015). Les producteurs considèrent souvent les variétés plus précoces comme une bonne réponse au retard des pluies. L'association des cultures sur la même parcelle (sorgho, riz, haricot ...) est aujourd'hui une pratique qui selon les agriculteurs est bénéfique car elle enrichit le sol, conserve l'humidité du sol. La riziculture et le maraîchage sont adoptés et intégrés par d'autres communautés (éleveurs, pêcheurs) comme activités complémentaires face aux contraintes climatiques dans la plupart des communes enquêtées. La riziculture reste la plus dominante, pratiquée d'une façon collective et individuelle. Cette pratique varie selon la toposéquence et les variétés culturales. Ces actions sont perçues comme des stratégies adaptatives performantes à 56% selon les agriculteurs interviewés. Ainsi, la diversification est considérée comme un atout de développement économique et source de revenus plus sûrs. Elles sont aussi confirmées par François (2013) dans une étude d'adaptation aux changements climatiques au sud du Sahel sénégalais. Dans la même logique Dugué (2012) affirme que ces actions concourent à une meilleure résilience des exploitations familiales dans le cadre des systèmes de production durables.

Conclusion

Le climat du cercle de Gao a connu une forte variabilité de 1960 à 2020, qui se traduit par des pluviométries très irrégulières et insuffisantes dans son ensemble. Cela signifie que certains paramètres climatiques (la pluviométrie et les températures) ont subi des perturbations dans leur comportement. La variabilité des indices de pluviométrie se caractérise par des années sèches et des années humides. Cette variabilité climatique impacte significativement l'homme et son habitat à travers une diminution drastique des quantités de pluies et une augmentation des températures. Selon la perception des agriculteurs, ces impacts se manifestent par la diminution des rendements agricoles, l'assèchement des cours d'eau et des plantes, la dégradation de la couverture végétale etc. Certains impacts accentuent les inégalités d'accès aux facteurs de production (terre, eau...), fragilisent les productions agricoles. Face à ces menaces récurrentes, des stratégies d'adaptation ont été adoptées et développées par les agriculteurs pour faire face aux impacts négatifs des variabilités climatiques allant de l'adaptation des techniques culturales, la diversification des activités, l'utilisation des semences améliorées, l'abandon de certaines spéculations (cultures sèches mil et sorgho), la culture extensive au développement des nouvelles activités et l'irrigation d'appoint. Tandis que les agricultrices dans leurs perceptions locales, se concentrent beaucoup sur le maraîchage et le commerce de certains sous-produits agricoles, piscicoles et forestiers. La migration et l'exode rural sont pratiquement convoités par les jeunes agriculteurs, qui migrent vers les pays voisins (Algérie, Niger, Cote d'Ivoire, Mauritanie, Burkina Faso) ou vers d'autres grandes villes internes comme Gao, Mopti, Ségou, Bamako, Sikasso, Kayes.

Références

ACF, CIRED. (2009). Bilan des changements climatiques passés et futurs au Mali.

- Action pour la Formation et l'Autopromotion Rurale AFAR. (2000). Les formes de riziculture au Mali. Mali : IER / IPR IRRA, pp4-10.
- ADAM, (2008). Adaptation and Mitigation strategies: Supporting European Climate Policy. A formal framework of Vulnerability. 15p.
- ADERE-NORD. (2008). Schéma d'aménagement du territoire de Gao, pp1-32.
- Banque mondiale, BAD. (2008). Les Changements climatiques : Projet de Stratégie de la Banque Mondiale Pour l'Afrique subsaharienne. 20p.
- Sultan, B., Lalou, R., Mouftaou A, S., Amadou Oumarou et Mame Arame Soumaré. (2015). Les sociétés rurales face au changement climatique et environnementaux en Afrique de l'Ouest. (IRD, Éd), pp11-25.
- Beye. (2018). Performance productive des exploitants agricoles du Sénégal : une analyse d'impact des stratégies d'adaptation face au changement climatique. UCAD. Sénégal. P1.
- Bidossèssi, Agbanou. (2018). Dynamique de l'occupation du sol dans le secteur Natitingou-Boukombé (nord-ouest bénin) : de l'analyse diachronique à une modélisation prospective. Benin. 10-20p.
- Boiré, S., Mory, S., Idinoba, M., Coulibaly, Y.N., & Nkem J., (2007). La vulnérabilité des ressources en eau aux impacts du changement climatique dans le bassin versant du Bani à Douna, Mali. Bamako Mali, p6.
- Dugué, M.-J. (2012). Les caractérisations des stratégies d'adaptation aux changements climatiques en agriculture paysanne. AVSF, p1-50.
- Gareyane, M., (2008). La sédentarisation des nomades dans la région de Gao. Révélateur et déterminant d'une crise multidimensionnelle au Nord- Mali. Université Jean Moulin Lyon 3. Université de Bamako. P54
- GIEC. (2007). Bilan des changements climatiques, rapport de synthèse.
- GIEC. (2014). *Changements climatiques 2014 : Rapport de synthèse. Contribution des Groupes de travail I, II et III au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat*. GIEC, Genève, Suisse, p4-23.
- Gouataine, R., (2018). Effets des variabilités pluviométriques sur les systèmes de culture et adaptations des agriculteurs dans la plaine du mayo-kebbi (sud-ouest du Tchad). Université de Maroua, p53.
- Hubert, P., Carbonnel, P., (1987). Approche statistique de l'aridification de l'Afrique de l'Ouest. Hydrol. 95, pp165- 183.
- Jean Bosco Vodounou., Yvette Onibon Doubogan. (2015). Agriculture paysanne et stratégies d'adaptation au changement climatique au Nord-Bénin. Benin, p5-15.
- Jérôme Marie, Pierre Morand, Hamady N'Djim. (2007). Avenir sur le fleuve Niger. Montpellier. Cedex5, France, p11-30.
- Mali Metèò. (2017). Impact des changements climatiques en Afrique de l'ouest. p9.
- MEADD. (2017). La troisième communication nationale à la convention cadre des nations unies sur le changement climatique. Bamako-Mali, 30p.
- MEADD. (2012). Rapport provisoire du profil environnemental du Mali. p2-10.
- Nicholson, S.E., Kim J., Hoopingarner, J., (1988). Atlas of African rainfall and its interannual variability. Édité. Department of Meteorology, Florida State University Tallahassee, USA, p5-20.

Population data. (2021). Atlas des populations et pays du monde.

PNUD. (2019). Le Rapport sur le développement humain 2019. Mali Bamako, 5p.

Touré, A. O. (2017). Vulnérabilité des ressources halieutiques aux impacts des changements climatiques dans le delta central du Niger : analyse des stratégies d'adaptation des pêcheurs sur le Diaka dans le cercle de Tenenkou. 292p.

Touré, A., S MaïgaTiegoum., H, TOURE., OUATARA, I. (20121). Variabilité climatique et resilience des pêcheurs dans le deltat intérieur du fleuve Niger. Revue HoPE, volume 2, N°2, pp83-96.