

CINQUIEME
NUMERO DE LA
REVUE AFRICAINE
DES LETTRES, DES
SCIENCES



KURUKAN FUGA
VOL : 2-N°8
DECEMBRE 2023



ISSN : 1987-1465

Website : <http://revue-kurukanfuga.net>

E-mail : revuekurukanfuga2021@gmail.com

VOL : 2-N°8 DECEMBRE 2023

Bamako, Décembre 2023

KURUKAN FUGA

La Revue Africaine des Lettres, des Sciences Humaines et Sociales

ISSN : 1987-1465

E-mail : revuekurukanfuga2021@gmail.com

Website : <http://revue-kurukanfuga.net>

Links of indexation of African Journal Kurukan Fuga

Copernicus	Mir@bel	CrossRef
		
https://journals.indexcopernicus.com/search/details?id=129385&lang=ru	https://reseau-mirabel.info/revue/19507/Kurukan-Fuga	https://doi.org/10.62197/udls

Directeur de Publication

- Prof. MINKAILOU Mohamed (*Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako, Mali*)

Rédacteur en Chef

- Prof. COULIBALY Aboubacar Sidiki (*Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako, Mali*) -

Rédacteur en Chef Adjoint

- SANGHO Ousmane, **Maitre de Conférences** (*Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako, Mali*)

Comité de Rédaction et de Lecture

- SILUE Lèfara, **Maitre de Conférences**, (Félix Houphouët-Boigny Université, Côte d'Ivoire)
- KEITA Fatoumata, **Maitre de Conférences** (*Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako*)
- KONE N'Bégué, **Maitre de Conférences** (*Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako*)
- DIA Mamadou, **Maitre de Conférences** (*Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako*)
- DICKO Bréma Ely, **Maitre de Conférences** (*Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako*)
- TANDJIGORA Fodié, **Maitre de Conférences** (*Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako, Mali*)

- *TOURE Boureima, Maitre de Conférences (Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako, Mali)*
- *CAMARA Ichaka, Maitre de Conférences (Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako, Mali)*
- *OUOLOGUEM Belco, Maitre de Conférences (Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako)*
- *MAIGA Abida Aboubacrine, Maitre-Assistant (Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako, Mali)*
- *DIALLO Issa, Maitre de Conférences (Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako, Mali)*
- *KONE André, Maitre de Conférences (Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako, Mali)*
- *DIARRA Modibo, Maitre de Conférences (Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako, Mali)*
- *MAIGA Aboubacar, Maitre de Conférences (Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako, Mali)*
- *DEMBELE Afou, Maitre de Conférences (Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako, Mali)*
- *Prof. BARAZI Ismaila Zangou (Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako, Mali)*
- *Prof. N'GUESSAN Kouadio Germain (Université Félix Houphouët Boigny)*
- *Prof. GUEYE Mamadou (Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako)*
- *Prof. TRAORE Samba (Université Gaston Berger de Saint Louis)*
- *Prof. DEMBELE Mamadou Lamine (Université des Sciences politiques et juridiques de Bamako, Mali)*
- *Prof. CAMARA Bakary, (Université des Sciences politiques et juridiques de Bamako, Mali)*
- *SAMAKE Ahmed, Maitre-Assistant (Université des Sciences politiques et juridiques de Bamako, Mali)*
- *BALLO Abdou, Maitre de Conférences (Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Mali)*
- *Prof. FANE Siaka (Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Mali)*
- *DIAWARA Hamidou, Maitre de Conférences (Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Mali)*
- *TRAORE Hamadoun, Maitre-de Conférences (Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Mali)*
- *BORE El Hadji Ousmane Maitre de Conférences (Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Mali)*

- KEITA Issa Makan, **Maitre-de Conférences** (*Université des Sciences politiques et juridiques de Bamako, Mali*)
- KODIO Aldiouma, **Maitre de Conférences** (*Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako*)
- Dr SAMAKE Adama (*Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako, Mali*)
- Dr ANATE Germaine Kouméalo, CEROCE, Lomé, Togo
- Dr Fernand NOUWLIGBETO, Université d'Abomey-Calavi, Bénin
- Dr GBAGUIDI Célestin, Université d'Abomey-Calavi, Bénin
- Dr NONOA Koku Gnatola, Université du Luxembourg
- Dr SORO, Ngolo Aboudou, Université Alassane Ouattara, Bouaké
- Dr Yacine Badian Kouyaté, Stanford University, USA
- Dr TAMARI Tal, IMAF Instituts des Mondes Africains.

Comité Scientifique

- Prof. AZASU Kwakuvi (*University of Education Winneba, Ghana*)
- Prof. ADEDUN Emmanuel (*University of Lagos, Nigeria*)
- Prof. SAMAKE Macki, (*Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako, Mali*)
- Prof. DIALLO Samba (*Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Mali*)
- Prof. TRAORE Idrissa Soïba, (*Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako, Mali*)
- Prof. J.Y. Sekyi Baidoo (*University of Education Winneba, Ghana*)
- Prof. Mawutor Avoke (*University of Education Winneba, Ghana*)
- Prof. COULIBALY Adama (*Université Félix Houphouët Boigny, RCI*)
- Prof. COULIBALY Daouda (*Université Alassane Ouattara, RCI*)
- Prof. LOUMMOU Khadija (*Université Sidi Mohamed Ben Abdallah de Fès, Maroc.*)
- Prof. LOUMMOU Naima (*Université Sidi Mohamed Ben Abdallah de Fès, Maroc.*)
- Prof. SISSOKO Moussa (*Ecole Normale supérieure de Bamako, Mali*)
- Prof. CAMARA Brahim (*Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako*)
- Prof. KAMARA Oumar (*Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako*)
- Prof. DIENG Gorgui (*Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Sénégal*)
- Prof. AROUBOUNA Abdoukadi Idrissa (*Institut Cheick Zayed de Bamako*)
- Prof. John F. Wiredu, University of Ghana, Legon-Accra (Ghana)
- Prof. Akwasi Asabere-Ameyaw, Methodist University College Ghana, Accra
- Prof. Cosmas W.K. Mereku, University of Education, Winneba

- Prof. MEITE Méké, Université Félix Houphouet Boigny
- Prof. KOLAWOLE Raheem, University of Education, Winneba
- Prof. KONE Issiaka, Université Jean Lorougnon Guédé de Daloa
- Prof. ESSIZEWA Essowè Komlan, Université de Lomé, Togo
- Prof. OKRI Pascal Tossou, Université d’Abomey-Calavi, Bénin
- Prof. LEBDAI Benaouda, Le Mans Université, France
- Prof. Mahamadou SIDIBE, Université des Lettres et des Sciences Humaines de Bamako
- Prof.KAMATE André Banhouman, Université Félix Houphouet Boigny, Abidjan
- Prof.TRAORE Amadou, Université de Segou-Mali
- Prof.BALLO Siaka, (*Université des Sciences Sociales et de Gestion de Bamako, Mali*)



TABLE OF CONTENTS

Sidy Lamine BAGAYOKO, Tiemoko TRAORÉ,
PROCESS OF NATIONALISING COMMUNITY SCHOOLS IN MALIpp. 01 – 12

Fatoumata Camara, Almamy Sylla, N'gna Traoré,
LES DONATIONS FONCIÈRES, UNE NOUVELLE PRATIQUE DE CADEAUX DE MARIAGE ET
SES DYNAMIQUES ÉMANCIPATRICES DES FEMMES À BAMAKO ET SES ENVIRONS.... pp. 13 –
33

Kaba KEITA,
LE POUVOIR AU FEMININ : COMPRENDRE LES BLOCAGES DE L'ASCENSION
POLITIQUE DES FEMMES AU ROYAUME-UNIpp. 34 – 46

Issiaka DIARRA, Adama COLIBALY, Sory Ibrahima KEITA,
UNE ANALYSE DES FORCES ET FAIBLESSES DES VARIANTES DE LA CHARTE
DE KURUKAN FUGApp. 47 – 76

Bréhima Chaka TRAORE, Moussa COULIBALY, Lamine Boubakar TRAORE,
PERCEPTION DES OFFRES DE SOIN LORS DU TRAITEMENT DE LA FRACTURE DES OS A
BAMAKO.....pp. 77 – 87

Inoussa GUIRE,
LES MECANISMES DE CREATIONS LEXICALES PAR DERIVATION EN KOROMFE,
VARIANTE D'ARBINDA..... pp. 88 – 102

Yacouba M COULIBALY, Mamadou Gustave TRAORE, Fousseyni DOUMBIA
LA PROBLEMATIQUE DE L'APPLICATION DE LA CHARTE AFRICAINE DES DROITS ET DU
BIEN-ETRE DE L'ENFANT DANS L'ORDRE JURIDIQUE INTERNE pp. 103 – 117

Zakaria COULIBALY,
HUMAN RIGHTS ISSUES IN TRADITIONAL AFRICA VERSUS BLACKS' CIVIL RIGHTS IN
CONTEMPORARY AMERICA: A READING OF THE STORY OF OLAUDAH EQUIANO...pp. 118 –
125

Daouda KONE, Souleymane TOGOLA, David KODIO,
PROMOTION OF FORMAL EDUCATION IN NATIONAL LANGUAGES IN MALI
TO STRENGTHEN THE INTELLIGENCE OF CHILDREN AT SCHOOL... pp. 126 – 137

Pierre TOGO,
LE MECANISME DE FUSION-ABSORPTION DES SOCIETES COMMERCIALES
AU REGARD DU DROIT OHADA pp. 138 – 150

SEKOU TOURE,
DEFINING THE CHARACTERISTICS OF THE BYRONIC HERO IN THE CONTEXT OF
ROMANTICISM pp. 151 – 161

Zakaria BEINE, GUIRAYO Jérémie, Mahamat Foudda DJOURAB,
LE TCHAD, ENTRE GUERRES CLASSIQUE ET ASYMETRIQUE, ET LA
DIFFICILE QUETE DE LA CONSTRUCTION D'UN ETAT-NATION pp. 162 – 173

Sidiki DAO,
A POSTCOLONIAL READING OF THE RELATIONSHIPS BETWEEN THE BRITISH
COLONIZER AND THE COLONIZED IN RUDYARD KIPLING'S *KIM* AND E. M. FORSTER'S A
PASSAGE TO INDIA..... pp. 174 – 182

Ibrahim Sory KABA, L'ART DE L'AUTOBIOGRAPHIE DANS LES JOURS DE TAHA HOUSSEINE ET DANS L'ENFANT NOIR DE CAMARA LAYE	pp. 183 – 201
Adama TRAORÉ, LA TERMINOLOGIE DU SYSTÈME INFORMATIQUE EN BAMANANKAN, LANGUE MANDINGUE DU MALI.....	pp. 202 – 211
Dr Kadidiatou TOURE, Dr Zakaria NOUNTA, LA MÉTHODOLOGIE DE CONCEPTION DE LA FICHE DE TRANSFERT DE COMPETENCES L1-L2.....	pp. 212 – 222
Lacina YEO, HOUPHOUET-BOIGNY ET L'ALLEMAGNE	pp. 223 – 234
Moussa CISSE, VALEURS EDUCATIVES DE LA CAUSERIE DANS NOS FAMILLES MAIENNES D'AFRIQUE	pp. 235– 243
Souleymane Sidi TRAORE, VARIABILITE RECENTE DES PARAMETRES AGRO-CLIMATIQUES CLES DE LA SAISON AGRICOLE DANS LA ZONE COTONNIERE DU MALI	pp. 244– 255



Vol. 2, N°8, pp. 244 – 255, Décembre 2023
Copy©right 2022 / licensed under [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)
Author(s) retain the copyright of this article
ISSN : 1987-1465
DOI : <https://doi.org/10.62197/OGER1069>
Indexation : Copernicus, CrossRef, Mir@bel
Email : RevueKurukanFuga2021@gmail.com
Site : <https://revue-kurukanfuga.net>

*La Revue Africaine des
Lettres, des Sciences
Humaines et Sociales*

KURUKAN FUGA

VARIABILITE RECENTE DES PARAMETRES AGRO-CLIMATIQUES CLES DE LA SAISON AGRICOLE DANS LA ZONE COTONNIERE DU MALI

Souleymane Sidi TRAORE

*Département de Géographie, Faculté d'Histoire et de Géographie, Université des Sciences
Sociales et de Gestion de Bamako, Unité SIG et Télédétection, Laboratoire Sol-Eau-Plantes,
Centre Régional de Recherche Agronomique de Sotuba, Institut d'Economie Rurale, Bamako,
Mali*

Résumé

: La forte variabilité du climat constitue un sujet de préoccupation majeure pour les populations agricoles de la zone cotonnière du Mali. Au cours des dernières décennies, les variations pluviométriques ont sérieusement affecté les opérations agricoles dans cette zone. Face aux mutations induites par cette variabilité pluviométrique, les producteurs ont du mal à repérer les dates probables de début et de fin des saisons pluvieuses qui sont pourtant essentielles pour l'optimisation des productions agricoles. L'objectif de ce travail était d'étudier la dynamique récente des paramètres agro-climatiques (cumul pluviométrique, début, fin, et durée de la saison, et les poches de sécheresse) dans la zone cotonnière du Mali. Un jeu de données pluviométriques journalières de 1983 à 2020 issues de dix stations agrométéorologiques dans la zone a été utilisé. La méthode a inclus l'analyse statistique descriptive et d'autres méthodes spécifiques d'analyse des données climatiques. Les résultats montrent un début de saison de pluie de plus en plus précoce et une fin de saison de plus en plus tardive avec comme conséquence une augmentation de la durée de la saison des pluies. De même, les cumuls pluviométriques annuels sont de plus en plus importants montrant une tendance excédentaire. Par contre, les poches de sécheresse observées à l'intérieur de la saison sont plus longues et surtout très marquées en début de saison des pluies. Ces résultats suggèrent une actualisation du calendrier agricole de la zone en tenant compte des nouvelles situations climatiques de la zone.

Mots clés : Variabilité, paramètres agro-climatiques, saison des pluies, zone cotonnière, Mali.

Abstract

The high climate variability constitutes a major concern for the agricultural populations of the cotton zone of Mali. Over the past decades, rainfall variations have seriously affected agricultural operations in this area. Given the changes induced by this rainfall variability, smallholders have trouble identifying the probable onset and end of the rainy seasons which are key for optimizing crop production. The objective of this work was to study the recent dynamics of agro-climatic parameters (cumulative rainfall, onset, end and duration of the season, and drought spells) in the cotton-growing zone of Mali. Daily rainfall dataset ranging from 1983 to 2020 provided by ten agrometeorological stations in the area was used. The analysis methods included descriptive statistics and specific climatic data analysis methods. The results show an increasing early onset and increasing late ending of the rainy season resulting in the increase of the duration of the rainy season for most of the weather

stations covered by the study. Likewise, the annual total rainfall is increasing, showing an upward trend. On the other hand, the drought spells are longer and mostly observed at the beginning of the rainy season. These results suggest that there is a need for updating the agricultural calendar of the area to account for the new climatic situations.

Key words : Variability, agro-climatic parameters, rainy season, cotton zone, Mali.

Cite This Article As : Traore, S.S. (2023). Variabilité récente des paramètres agro-climatiques clés de la saison agricole dans la zone cotonnière du Mali 2(8) ([https://revue-kurukanfuga.net/Variabilité récente des paramètres agro-climatiques clés de la saison agricole dans la zone cotonnière du Mali.pdf](https://revue-kurukanfuga.net/Variabilité%20r%C3%A9cente%20des%20param%C3%AAtres%20agro-climatiques%20cl%C3%A9s%20de%20la%20saison%20agricole%20dans%20la%20zone%20cotonni%C3%A8re%20du%20Mali.pdf))

INTRODUCTION

Le changement climatique et ses effets (les températures très élevées, les précipitations à la fois insuffisantes et imprévisibles, les fréquentes inondations, les vents violents et les sécheresses) sont au cœur des questions de développement et entraînent de nombreux bouleversements autour du monde [1]. L'Afrique au sud du Sahara est particulièrement soumise à ces contraintes climatiques depuis plusieurs décennies [2]. Ces crises se manifestent par des périodes de déficit profond et prolongé, entrecoupées de courtes séquences de rémission, d'années moins déficitaires ou même excédentaires au nombre variable ; et surtout par des sécheresses récurrentes et une perturbation de la saisonnalité et du régime des précipitations [3]. La zone ouest-africaine, identifiée comme l'une des régions les plus vulnérables [4], devra prendre des mesures pour faire face à ses impacts afin de s'assurer une sécurité alimentaire [5]. Parce que l'agriculture de ces pays est largement tributaire des conditions climatiques. Cette forte dépendance de l'agriculture à l'égard du climat en fait de facto un champ d'investigation privilégié et d'autant plus que l'agriculture est le socle sur lequel repose l'économie de ces pays.

Le Mali à l'instar des autres pays de l'Afrique de l'ouest fait face à ces effets de variabilité et changement climatique. Vaste d'une superficie de 1 245 000 km² et une population estimée à 22,6 millions d'habitants en 2022, le pays s'étend sur quatre zones climatiques du nord au sud (désert du Sahara, sahélien, soudanien et pré-guinéen). L'économie du Mali est largement dépendante de l'agriculture, l'élevage et la pêche qui emploient environ 80% de la population et contribuent à environ 36 % au PIB (Maïga et al. 2019). Les activités agricoles maliennes dépendent largement de la pluviométrie. Les variations des paramètres agro-climatiques qui continuent une menace, sont perçues différemment par les producteurs agricoles qui développent des stratégies au regard de leurs perceptions de ces phénomènes climatiques [7].

Les changements de régimes des pluies de cette zone faisaient parties des sujets de débats de plusieurs de plusieurs chercheurs durant ces dernières décennies. Cela se traduit par des débuts variables de la saison des pluies, des fins un peu plus prévisibles et des sécheresses ou un excès d'eau à tout moment pendant la saison de croissance. Des auteurs comme Traore [8] ; Traoré et al. [9] ; Sanogo et al. [10]; Giannini [11], montraient que les précipitations avaient augmenté au Sahel suite à la grave sécheresse des années 1980. Par contre d'autres chercheurs estimaient une sécheresse dans la zone tout au long des années 1990 (L'Hote et al. [12] ; Nicholson et al. [13]). L'actualisation des paramètres agro climatique de la saison agricole devient de ce fait une nécessité afin agricole afin d'accroître la résilience des producteurs agricoles aux fins de mieux les accompagner dans leurs stratégies d'adaptations face aux effets néfastes du changement climatique. Le present article se propose donc de caractériser la

variabilité et la tendance récente des paramètres agro-climatiques dont dépend la réussite de la campagne pour la zone cotonnière (ZC) du Mali.

MATERIEL ET METHODES

2.1 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Située entre le 3°59'02" et le 10°36'09" de longitude ouest et le 10°09'45" et 14°23'13" de latitude nord, les zones cotonnières du Mali couvrent une superficie d'environ 150 000 km² et une population estimée à environ 8 millions en 2017 [14]. Au niveau administratif, elles couvrent l'ensemble de la région de Sikasso ; la totalité des cercles de Bla, Baraouéli et une importante partie des cercles de Tominian et San dans la région de Ségou ; l'ensemble des cercles de Kati, Kangaba, Dioïla et Koulikoro dans la région de Koulikoro et enfin, tout le cercle Kita dans la région de Kayes. Son climat, de type tropical sec, est soumis à l'influence de la mousson et est caractérisé par l'alternance de deux (02) saisons : une saison pluvieuse ou hivernage en été dont la durée varie de 4 à 7 mois et une saison sèche sur le reste de l'année [15]. La pluviométrie moyenne annuelle varie de 700 mm à 1400 mm par an du nord au sud. La température est caractérisée par un régime bimodal avec le maximum principal en avril et mai et secondaire en septembre et octobre.

2.2 PRESENTATION DES DONNEES

Un jeu de données pluviométriques étalonnées couvrant la période 1983-2020 pour dix (10) stations météorologiques localisées dans la zone cotonnière du Mali (Figure 1) a été utilisé. Ces données sont issues des données pluviométriques estimées par satellite de African Rainfall Climatology version 2 (ARC-2) ajustées avec des données de stations pour la période de chevauchement des deux sources de stations puis rallongées sur la période d'étude. Les procédures d'étalonnage sont décrites dans les travaux de Traoré et al. [16]. Le Tableau 1 donne la liste des stations utilisées dans cette analyse.

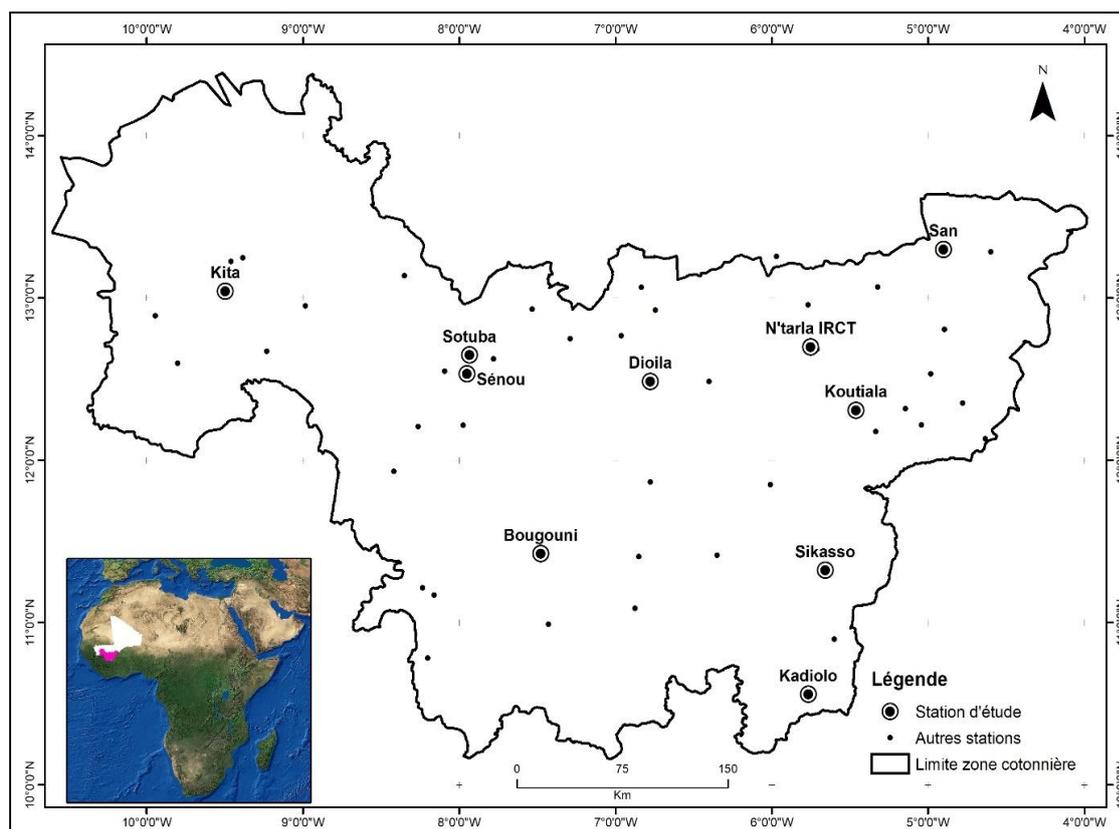


Figure 1: Carte de localisation des stations dans la zone cotonnière du Mali

Tableau 1 : Liste des stations utilisées

Code	Nom station	ZAE	Longitude (°O)	Latitude (°N)	Altitude (m)
270131	Sénoù	PK	7°57'00"	12°31'59"	373
270162	Bougouni	HBN	7°28'35"	11°25'34"	350
270141	Dioila	PK	6°46'32"	12°29'14"	309
270178	Kadiolo	HBN	5°45'50"	10°33'34"	353
270107	Kita	PM	9°29'43"	13°02'34"	349
270144	Koutiala	PK	5°27'38"	12°18'35"	411
270121	N'tarla IRCT	PK	5°45'00"	12°42'00"	327
270100	San	BH	4°54'03"	13°18'03"	284
270165	Sikasso	PK	5°39'26"	11°19'25"	355
270130	Sotuba	PM	7°55'589"	12°39'00"	315

ZAE : Zone Agro Ecologique ; PK : plateau de Koutiala, HBN : haut Bani Niger, PM : plateau mandingue, BH : Plateau de Bandiagara

2.3 LES ANALYSES

Les paramètres agro-climatiques sont déterminés à partir de l'analyse statistique fréquentielle sur le logiciel INSTAT+ v3.37. Sur la large gamme de définition des paramètres agro-climatiques [17] ; [18] ; [19] ; [20], cette recherche se base sur celles proposées par Zhang et al., [20] avec une modification modérée compte tenu du contexte climatique de la zone. Les paramètres calculés sont : la date de début de la saison, la date de fin de la saison, la durée de la saison, du cumul pluviométrique annuel, et les poches de sécheresse. Le Tableau 2 résume

les variables de la saison calculées. Le test de Mann-Kendall (Mann, [21] ; Kendall, [22]) a été utilisé pour vérifier la tendance des paramètres de saisons calculés.

Tableau 2: Résumé des variables de la saison calculées

Variables	Définition
Date de début de saison	Le premier jour après 01 Mai (le 1 ^{er} Mai) qui reçoit 20 mm de pluie ou plus en une seule journée ou sur 2 jours consécutifs mais sans période de sécheresse de 10 jours (ou plus) dans les 30 jours suivants.
Date de fin de saison	La première fois après le 15 septembre où le bilan hydrique tombe à zéro (0)
Durée de la saison	Nombre de jours entre la date de début et de fin de saison.
Le cumul pluviométrique	La quantité totale de pluie recueillie au cours d'une année.
Poche de sécheresse	Une période consécutive de jours sans aucun évènement pluvieux.

III. RESULTATS

3.1 LES DATES DE DÉBUT DE LA SAISON DES PLUIES

La date de début de la saison est d'une importance capitale pour les producteurs ; mais malheureusement elle dépend entièrement ou en particulier du climat, qui est soumis à la variabilité annuelle et interannuelle. Le Tableau 3 donne la variation des dates de début de la saison des dix stations sur la période de 1983 à 2020. Après les analyses, il a été observé que les dates de début précoce sur l'ensemble des stations se situent entre 02 mai et le 05 mai, et les dates de début tardive se situent entre le 29 juin et le 16 août. En résumé, le démarrage précoce de la saison sur l'ensemble des stations débute à partir de la première décade du mois de mai et le démarrage tardif à partir de la troisième décade du mois de juin. La variation va de 122 jours juliens (02 mai) à 228 jours juliens (14 août) avec un intervalle allant de 57 à 106 jours. Le test de Mann Kendall montre une tendance de début de saison de pluie précoce non significative pour les stations de Kadiolo, San, Sénou, Sikasso et Sotuba et précise significative pour les stations de Koutiala et N'Tarla. Ce qui indique des dates de début de saison de plus en plus précoce au niveau de ces stations. Par contre les stations de Bougouni et Dioila montrent des dates de débuts de saisons et plus en plus tardives.

Tableau 3: Variabilité des dates de début de la saison des dix stations sur la période de 1983 à 2020

	Bougo uni	Dio ila	Kadio lo	Kit a	Kouti ala	N'Tar la	Sa n	Sé nou	Sika sso	Sotub a
Précoce	03- mai 198 3	03- mai 198 3	02- mai 20 20	05- mai 20 14	02- mai 20 03	02- mai 20 11	03- mai 20 03	03- mai 200 3	02- mai 199 8	04- mai 2003
Tardif	29- juin	07- août	23- juillet	24- juillet	20- juillet	15- juillet	20- juillet	16- juillet	16- août	06- juillet

	202	202	20	19	19	19	19	199	199	19
	0	0	02	95	95	89	95	0	5	99
	57	96	82	80	79	74	78	64	106	65
Intervalle	jours	jours	jours	jours	jours	jours	jours	jours	jours	jours
Ecartype	14	22	21	16	21	20	21	18	20	17
Normal	25- mai	02- juin	24- mai	09- juin	04- juin	29- mai	10- juin	03- juin	23- mai	03- juin
Tau		0.9	-	0.1	-	-	-	-	-	-
(Kendall)	0.99	9	0.17	0	0.30	0.31	0.20	0.01	0.02	0.25
P- value	< 0.0001	< 0.000	0.1 5	0.3 8	0.0 1	0.0 1	0.1 1	0.9 2	0.89	0.0 3

3.2 LES DATES DE FIN DE LA SAISON DES PLUIES

La date de fin de saison définie comme étant la première fois où le bilan hydrique tombe à zéro (0) après le 15 septembre, coïncide avec la période de floraison pour plusieurs cultures, ainsi elles peuvent boucler leur cycle avec le stock d'eau restant dans le sol. Cependant nous constatons dans le Tableau 4 que les dates de fin précoce varient entre le 16 septembre et le 04 octobre et les dates de fin tardive entre le 30 et le 27 novembre sur l'ensemble des stations. En général la fin précoce commence dans la deuxième décade du mois de septembre (Dioïla, Kita, Koutiala, N'tarla, san, Sénou et Sotuba) jusqu'à la première décade du mois d'octobre (Bougouni, Kadiolo, Sikasso) et la date de fin tardive varie entre la deuxième et la troisième décade du mois de novembre. La variation va de 259 jours juliens (15 septembre) à 331 jours juliens (27 novembre) avec un intervalle de 38 à 62 jours. L'analyse de tendance montre une fin de pluie précoce non significative à Bougouni. Les autres stations montrent une tendance positive indiquant une fin de pluie de plus en plus tardive. Cette tendance est significative pour les stations de Dioila, Kadiolo, Koutiala, N'Tarla, San, Sikasso et Sotuba.

Tableau 4: Variabilité des dates de fin de la saison des dix stations sur la période de 1983 à 2020

	Bougo uni	Di oila	Kadio lo	Kit a	Kouti ala	N'T arla	Sa n	Sé nou	Sikass o	Sot uba
Précoce	04- oct	16- sept	17- sept	16- sept	16- sept	16-sept	16- sept	16- sept	03- oct	16- sept
	200 5	19 87	19 94	19 94	19 83	198 9	19 90	19 83	20 02	198 3
Tardive	11- nov	10- nov	18- nov	13- nov	14- nov	11-nov	30- oct	16- nov	27- nov	16- nov
	198 6	20 15	20 15	20 15	19 94	201 2	20 18	20 15	19 91	201 5
Intervalle	38	55	62	58	59	56	44	61	55	61
Ecartype	10	15	15	15	13	15	13	13	12	14

Normale	24- oct	13- oct	27- oct	21- oct	15- oct	14- oct	08- oct	22- oct	29- oct	19- oct
Tau (Kendall)	- 0.09	0.5 0	0.4 0	0.0 8	0.4 4	0.50	0.3 0	0.1 4	0.2 3	0.2 4
P-value	0.4 7	< 0.000 1	0.0 0	0.5 1	0.0 0	< 0.0001	0.0 2	0.2 3	0.0 4	0.0 4

3.3 LA DUREE DES SAISONS

La durée de la saison est liée aux dates de début et de fin de la saison. Elle influe beaucoup sur le choix des variétés à planter durant la saison de pluie. Il ressort de l'analyse (Tableau 5) que la durée courte de la saison va de 41 jours (moins de 2 mois) à Dioïla à 115 jours (3 mois et 23 jours) à Bougouni. La durée maximale des dix (10) stations oscille entre 171 jours (5 mois et 18 jours) à San et 197 jours (6 mois et 13 jours) à Kadiolo. La durée moyenne des stations varie de 120 jours à 157 jours avec un intervalle allant de 72 jours à 136 jours. Le test de Mann Kendall montre des tendances positives significatives pour les stations de Kadiolo, Koutiala, N'Tarla, San et Sotuba signifiant des durées de saisons de plus en plus longues dans ces stations. La tendance est positive mais non significative pour les stations de Sénou et Sikasso, et négative pour les stations de Bougouni et Dioïla indiquant des durées de saison de plus en plus courtes dans ces deux stations.

Tableau 5: Variabilité de la durée de la saison des dix stations sur la période de 1983 à 2020

Durée	Bougouni	Dioïla	Kadiolo	Ki ta	Kouti ala	N'tarla	S an	Sé nou	Sika sso	Sot uba
Courte	115	88	64	97	80	63	4	85	79	84
Longue	187	7	7	3	9	0	71	184	3	179
Intervalle	72	79	3	76	9	7	07	99	4	95
L'écart type	18	17	31	22	29	29	7	23	24	23
Moyenne	153	3	7	3	3	8	20	141	9	138
Tau (Kendall)	-0.63	-0.46	0.3 1	- 0.01	0.4 2	0.5 2	0. 29	0.1 2	0. 13	0.34
P-value	< 0.0001	< 0.000 1	0.0 1	0. 91	0.0 0	0.000 1	0. 01	0.3 0	0. 26	0.00

3.4 LE CUMUL PLUVIOMETRIQUE ANNUEL

Les statistiques des précipitations annuelles (Figure 2) montrent une quantité de précipitations comparativement plus élevée pour toutes les stations. La moyenne pluviométrique annuelle est de 1 223 mm avec un écart type de 273 à Sikasso et de 745 mm avec un écart type de 155 à San. La pluviométrie maximale à Sikasso était de 1 848 mm enregistré en 2018 et la minimale était de 781 mm enregistré en 2002. À San, la pluviométrie maximale de la période était de 1 135 mm enregistré en 2020 et la minimale était de 481 mm enregistré en 1992. Par contre les quantités de précipitations montrent une faible variabilité pour les stations de Kadiolo (18,8%) et de Bougouni (19,4%). Une variabilité modérée des précipitations est observée dans le reste des stations.

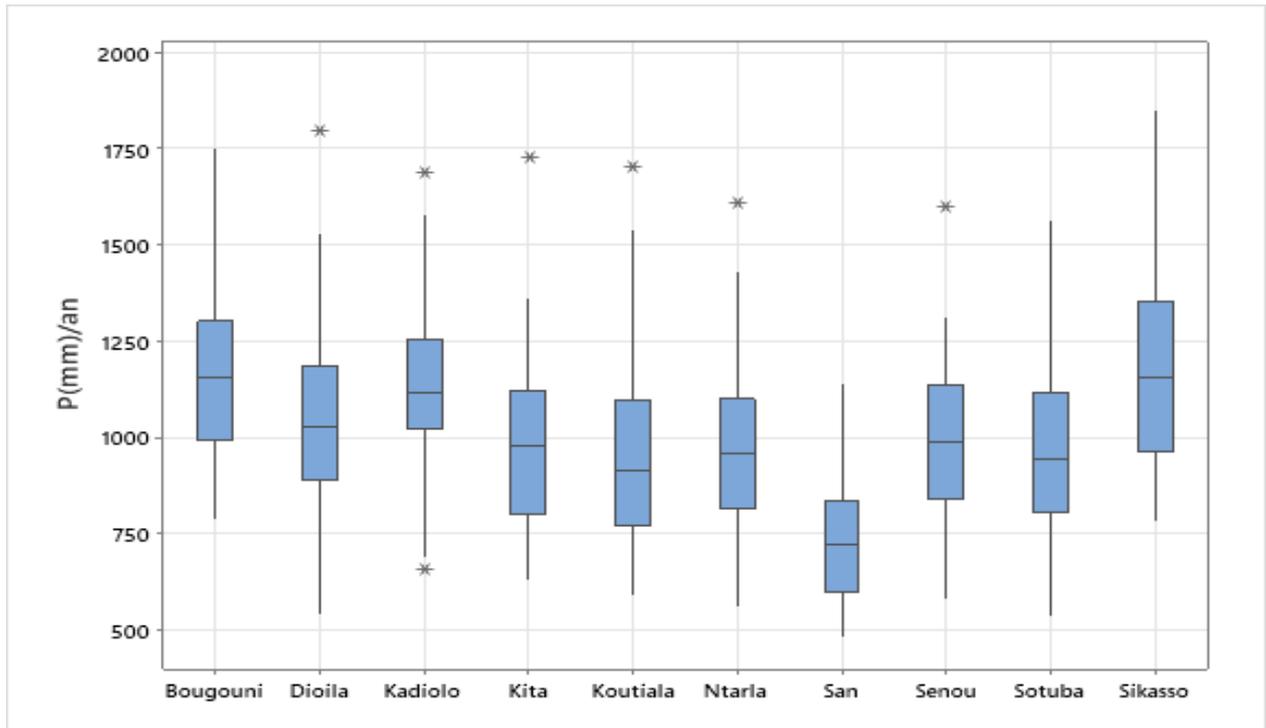


Figure 2: Variabilité des cumuls pluviométriques des stations d'étude de 1983 à 2020

Les poches de sécheresse ou séquences sèches sont réparties respectivement en courte : 5 à 7 jours, normale : 7 à 10 jours et longue plus de 10 jours consécutifs sans pluie. Selon Traoré et al. (23), les poches de sécheresse ayant le plus d'impact sur les cultures sont celles du début et de la fin de la saison. Le Tableau 6 donne la variabilité des séquences sèches observées dans la zone entre 1983 et 2020. Nous remarquons que les séquences sèches courtes et normales sont observées sur les périodes du mois de juin à septembre allant sur une moyenne de 3 à 9 jours et les plus longue sur la période du mois de mai allant de 12 à 35 jours sur l'ensemble des stations. En résumé les poches de sécheresse minimale varient entre 3 à 5 jours et les maximales varient entre 5 à 35 jours au cours des 5 mois choisis, avec une moyenne qui oscille entre 4 à 15 jours.

Tableau 6: Statistique descriptive des séquences sèches observées durant la saison des pluies entre 1983 et 2020

Variable	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre
----------	-----	------	---------	------	-----------

Bougouni	14±20	6±2	4±2	4±1	5±2
Dioïla	15±20	5±1	4±3	5±4	7±9
Kadiolo	5±2	5±2	4±2	4±2	4±1
Kita	35±38	9±7	6±3	4±2	5±2
Koutiala	18±13	8±4	5±2	4±2	5±2
N'tarla	12±13	4±1	3±2	3±1	5±2
San	19±22	6±3	4±2	4±1	6±2
Sénou	12±12	5±5	4±4	3±3	4±4
Sikasso	9±6	6±3	5±2	4±3	4±2
Sotuba	14±16	5±2	3±1	3±1	4±2

IV. DISCUSSION

Le retour des conditions pluviométriques normales à excédentaires en Afrique de l'ouest a déjà été affirmé par Nicholson et al. [24]; Lalou et al. [25]. De même, les paramètres de saison ont montré aussi des dates de début de plus en plus précoces, des dates de fin plus tardives entraînant de longues durées de la saison des pluies. Ces résultats concordent avec les conclusions de Ouoba [26] qui notait des dates début de saison précoce et de fin tardive dans le Sahel du Burkina Faso, même si cette tendance était faible. De même les travaux de de Traore et al. [16] avaient abouti à la même conclusion pour le cas de la station de Bla en zone cotonnière du Mali. Les travaux de Soumaré [15] montraient que les dates de début moyennes de la zone cotonnière du Mali vont du 19 mai au 18 juillet du sud vers le nord ; les dates de fin du 06 septembre au 06 octobre du nord vers le sud avec des durées qui oscillent en moyenne entre 3 à 6 mois. L'analyse du cumul de la pluviométrie collectée sur les dix stations de 1983 à 2020 a permis de découvrir que le cumul tend vers une augmentation au fil des années. Ces résultats obtenus sont en accord avec les conclusions de Guindo [27] et Traore et al. [16] qui trouvaient une tendance évolutive des conditions pluviométriques de nos jours. En ce qui concerne les séquences sèches, les résultats de cette recherche sont en accord avec les travaux de Traoré et al. [23] qui indiquaient des poches de sécheresse souvent très marquées en début de saison et courtes à normales en fin de saison. La sévérité des poches de sécheresse au niveau de la stations de Kita pourrait s'expliquer par le fait que la date du 1^{er} mai utilisée pour le calcul des dates de début saison n'est pas appropriée pour cette station.

V. CONCLUSION

Cette étude a permis de caractériser les paramètres agro-climatiques de la saison agricole dans la zone cotonnière du Mali. L'analyse des données pluviométriques recueillies dans les stations retenues de la zone cotonnière du Mali de 1983 à 2020, révèle que les moyennes des paramètres de la saison (dates début, fin, durée de la saison, le cumul pluviométrique et les poches de sécheresse) varient d'une station à l'autre. Au regard de ces nouvelles conditions climatiques, il s'avère nécessaire d'aller vers l'actualisation du calendrier culturel dans la zone cotonnière du Mali. Néanmoins des études plus poussées sur un réseau densifiées de stations est nécessaire pour affiner les résultats de cette analyse.

FINANCEMENT

Ce travail a été conduit dans le cadre du projet d'appui à la transition agroécologique en zone cotonnière du Mali (AgrECO CML1430).

REFERENCES

- [1] H. Scarwell, & S.L. Flamanc, "Chapitre 6. Quand les changements climatiques transfèrent l'action publique du champ de l'expertise à la prise de décision politique : Agir face au réchauffement climatique ? Comment les acteurs politiques se sont emparés de cette question ?" *In Roussel, I., & Scarwell, H. (Eds.), Le changement climatique : Quand le climat nous pousse à changer d'ère. Villeneuve d'Ascq : Presses universitaires du Septentrion.* doi: 10.4000/books.septentrion.15020, pp. 231-276, 2010.
- [2] A. Top, "Evolution des systèmes de production agricole dans un contexte de changement climatique et de migration et effet de genre dans les trois zones éco-géographiques de la région de Matam au Sénégal", *Thèses doctoral Sociologie, Université Toulouse le Mirail-Toulouse II*, 556p, 2014.
- [3] B. Kouamé, J.N. Ehounou, K. E. Kassin, C.S. Dekoula, G.F., Yao, E. K., N'goran, B.J. Kouakou, B. Koné, & N. Soro, *Caractérisation Des Paramètres Agro climatiques Clés De La Saison Culturelle En Zone De Contact Forêt Savane De Côte-d'Ivoire. European Scientific Journal, ESJ*, 14(36), 243, 2018. <https://doi.org/10.19044/esj.2018.v14n36p243>
- [4] IPCC. "Climate change impacts, adaptation, and vulnerability", *part b: regional aspects, Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press, Cambridge, New York, NY*, p. 688, 2014.
- [5] E. Ogouwalé, "Changements climatiques dans le Bénin méridional et central : indicateurs, scénarios et prospective de la sécurité alimentaire", *Thèse de Doctorat unique, LECREDE/FLASH/ EDP/ UAC*, 302p, 2006.
- [6] O. Maïga, M. Tounkara, S. Doumbia, & H. Sangho, "Mali Political Economy Analysis", *Report Research Technical Assistance Center, Washington, DC*, 2019.
- [7] R. Selvaraju, A.R. Subbiah, S. Baas, I. Juergens, "Livelihood adaptation to climate variability and change in drought-prone areas of Bangladesh: developing institutions and options"; *implemented under the project Improved Adaptive Capacity to Climate Change for Sustainable Livelihoods in the Agriculture Sector - DP9/1-BGD/01/004/01/99*, Institutions for rural development Case study. FAO, Rome Eds. 2006.
- [8] S.S. Traore, "Statistical analysis of recent rainfall variability and trend using a merged gauge and satellite time series data for the cotton zone of Mali", *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology*, 8, 6, 2023.
- [9] S.S. Traore, M. Soumare, S. Dembele, V.N. Ojeh, S. Guindo, & C.H. Diakite, "Assessing Smallholder Farmers' Perception on Climate Variability in Relation to Climatological Evidence: A Case Study of Benguene in the Sudanian Zone of Mali" *East African Journal of Agriculture and Biotechnology*, 3(1), 24-34, 2021, <https://doi.org/10.37284/eajab.3.1.380>.

- [10] S. Sanogo, A. H. Fink, J. A. Omotosho, A. Ba, R. Redl, & V. Ermert, "Spatio-temporal characteristics of the recent rainfall recovery in West Africa", *International Journal of Climatology*, 35(15), 4589-4605, 2015.
- [11] A. Giannini, "Climate change comes to the Sahel" *Nature Climate Change*, 5(8), 720-721, 2015. <https://doi.org/10.1038/nclimate2739>.
- [12] Y. L'hote, G. Mahe, & B. Some, "The 1990s rainfall in the Sahel: the third driest decade since the beginning of the century", *Hydrological Sciences Journal*, 48(3), 493-496, 2003, <https://doi.org/10.1623/hysj.48.3.493.45283>.
- [13] S.E. Nicholson, B. Some, & B. Kone, "An analysis of recent rainfall conditions in West Africa, including the rainy seasons of the 1997 El Niño and the 1998 La Niña years" *Journal of climate*, 13(14), 2628-2640, 2000, [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2000\)013<2628:AAORRC>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2000)013<2628:AAORRC>2.0.CO;2).
- [14] M. Soumaré et S. Traoré, "Présentation des zones cotonnières du Mali", Soumaré M. (éd), *Atlas des zones cotonnières du Mali*, deuxième édition, IER-CIRAD, pp 11, 2019.
- [15] M. Soumaré, "Dynamique et Durabilité des Systèmes Agraires à Base de Coton au Mali", *thèse de doctorat en géographie humaine, économique et régionale*, Université de Paris X, Paris (France) 373p, 2008.
- [16] S.S. Traore, S. Guindo, A.D. Maïga, S. Sissoko, M. Soumaré, C.H. Diakité, "Evaluation et validation des données d'estimation pluviométrique de « African Rainfall Climatology 2 » pour la zone cotonnière du Mali" In : 13ème édition du Symposium Malien sur les Sciences Appliquées (MSAS 2022) ; 31 juillet au 05 août 2022 à Ségou, Mali 2022.
- [17] M.V.K. Sivakumar, "Predicting rainy season potential from the onset of rains in southern Sahelian and Sudanian climatic zones of West Africa", *Agricultural Forest and Meteorology*, 42, 295-305, 1988.
- [18] R. Stern, D. Rijks, I. Dale, & J. Knock (2006). INSTAT (interactive statistics) climate guide. 330 p.
- [19] R.G. Fitzpatrick, C.L. Bain, P. Knippertz, J. H. Marsham, & D.J. Parker, "The West African monsoon onset: A concise comparison of definitions", *Journal of Climate*, 28(22), 8673- 8694, 2015. <https://doi.org/10.1175/JCLI-D-15-0265.1>
- [20] W. Zhang, M. Brandt, F. Guichard, Q. Tian, & R. Fensholt, "Using long-term daily satellite-based rainfall data (1983–2015) to analyze spatio-temporal changes in the Sahelian rainfall regime", *Journal of hydrology*, 550, 427-440, 2017.
- [21] Kendall, M.G., (1975). Rank Correlation Methods, ed. Charles Griffin, London. Google Sch
- [22] Mann, H.B. "Nonparametric tests against trend", *Econometrica: Journal of the econometric society*, 245-259, 1945.
- [23] B. Traoré, M. Ouedraogo, Z.B. Birhanu, R. Zougmore, R. Tabo, "Utilisation de l'Information Climatique au Mali " Manuel technique à l'usage des agents publics et privés du développement rural, ICRISAT, pp 5-9, 2018.

- [24] S.E. Nicholson, A.H. Fink, & C. Funk, "Assessing recovery and change in West Africa's rainfall regime from a 161-year record", *International Journal of Climatology*, 38(10), 3770-3786, 2018, <https://doi.org/10.1002/joc.5530>
- [25] R. Lalou, B. Sultan, B. Muller, & A. Ndonky, "Does climate opportunity facilitate smallholder farmers' adaptive capacity in the Sahel?" *Palsgrave Commun* 5, 81p, 2019.
- [26] A.P. Ouoba, "Changements climatiques, dynamique de la végétation et perception paysanne dans le Sahel burkinabè", *thèse de doctorat* université de Ouagadougou, Burkina Faso, 305p, 2013.
- [27] S. Guindo, "Evolution des systèmes de production agricoles dans un contexte de forte variabilité climatique dans le village de Benguéni, de 1983 à 2018", *Master II Etude du Développement Rural*, Delta-C, Mali, 80p, 2019.