



Journal Homepage: [-www.journalijar.com](http://www.journalijar.com)

INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED RESEARCH (IJAR)

Article DOI:10.21474/IJAR01/17970

DOI URL: <http://dx.doi.org/10.21474/IJAR01/17970>



RESEARCH ARTICLE

CARACTERISATION DE LA SAISON DES PLUIES (DE 1950 À 2013) DANS UN CONTEXTE DE CHANGEMENT CLIMATIQUE : CAS DU SENEGAL ORIENTAL

Mbagnick Faye¹, Dome Tine² and Ibra Sarr³

1. Laboratoire de Climatologie et d'Environnement (LCE) - Département de Géographie, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar- Sénégal.
2. Laboratoire de Télédétection Appliquée (LTA) - Institut des Sciences de la Terre (IST), Université Cheikh Anta DIOP de Dakar- Sénégal.
3. Laboratoire de Climatologie et d'Environnement (LCE) - Département de Géographie, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar- Sénégal.

Manuscript Info

Manuscript History

Received: 10 October 2023

Final Accepted: 14 November 2023

Published: December 2023

Key words:-

Date De Démarrage, Date De Fin, Mois
Le Plus Pluvieux, Saison Des Pluies,
Domaines Climatiques

Abstract

Les dates de démarrage et de fin de la saison des pluies ont une importance capitale pour les différentes variétés cultivées dans les pays sahéliens d'une manière générale et au Sénégal en particulier. En effet, les débuts et fins des hivernages permettent de connaître la durée de l'hivernage ainsi que les mois les plus pluvieux. Sa connaissance se révèle ainsi indispensable afin de mieux accommoder le cycle végétatif des variétés cultivées à la durée de la saison pluvieuse. C'est dans ce cadre que la présente étude est initiée pour analyser les caractéristiques de la saison des pluies dans la partie orientale du Sénégal qui est l'une des plus importantes zones de cultures commerciale et vivrière du Sénégal. La démarche méthodologique adoptée combine l'analyse statistique de données pluviométriques (journalière et mensuelle) et des enquêtes de terrain. L'analyse de la pluviométrie, basée sur les données des stations de Bakel (domaine sud sahélien), de Tambacounda (domaine nord soudanien) et de Kédougou (domaine sud soudanien), révèle que l'hivernage commence normalement à Tambacounda en juin et se termine en octobre avec le mois d'août comme le plus pluvieux.

Copy Right, IJAR, 2023., All rights reserved.

Introduction:-

L'étude des débuts et fins de la saison pluvieuse donne des renseignements sur le déroulement de celle-ci. De nombreux travaux sont effectués, en ce sens, dans le but d'avoir une idée fine sur les caractéristiques de la saison pluvieuse dans les régions tropicales. Parmi ces travaux, on peut citer : Faye, (2016) ; Abosso et al., (2015) ; Monerie, (2012) ; Traboulsi, (2012) ; Sarr et al., (2011) ; Marteau et al., (2010) ; Ozer et al., (2009) ; Arvor et al., (2007) ; Balme et al., (2005) ; Camberlin et al., (2003) ; Ndong, (2003) ; Sultan et Janicot, (2003) ; Houndénou et Hernandez, (1998) ; Diop et al., (1996) ; Sivakumar, (1993 ; 1988 et 1987) ; ... la liste n'est pas exhaustive. Cela témoigne de l'importance qu'ils occupent et les efforts déployés par les chercheurs dans l'objectif d'enlever les ambiguïtés sur le démarrage et l'achèvement de l'hivernage en Afrique, particulièrement dans sa partie occidentale.

Corresponding Author:- Mbagnick Faye

Address:- Laboratoire de Climatologie et d'Environnement (LCE) - Département de
Géographie, Université Cheikh Anta DIOP de Dakar- Sénégal.

Le début de la saison des pluies est estimé après le premier mai, lorsqu'aucune période de sécheresse de plus de 7 jours n'intervient au cours des 30 jours suivants (Ndong, 2003 ; Diop et al., 1996 et Sivakumar et al., 1993). Marteau et al., (2010), ont légèrement modifié cette définition en remplaçant la séquence sèche de 7 jours par 10 jours consécutifs. Sultan et Janicot (2004) se fondent sur les analyses de l'IRD et du NCEP/NCAR pour déterminer le commencement de la saison humide. Selon eux, le démarrage de celle-ci est lié principalement à l'arrivée de l'Equateur Météorologique à la latitude 15 °N. Sultan, (2011) affirme que la date de la mise en place de la mousson est plus importante que la date de démarrage des pluies, même si parfois leurs dates de mise en place peuvent être différentes. Il explique que tenir compte de cette date de « saut » de mousson peut augmenter fortement les rendements moyens et réduire les pertes de récoltes liées à un faux départ de l'hivernage. Balme et al., (2005) (critère climatique) estiment que le début de la saison pluvieuse repose sur un critère fréquentiel et correspond à la date où 80 % des stations dans un rayon de 300 km enregistrent une pluie significative (supérieure à 1 mm) sur 2 jours consécutifs. Pour Ozer et al., (2009) en se référant à Erpicum et al., (1988) considèrent le commencement de l'hivernage au moment où la probabilité d'avoir un jour de pluie au cours d'une « pentade » (période de 5 jours) est supérieure à celle d'avoir un jour sec appartenant à un épisode de plus de 7 jours.

Quant à la fin de la saison des pluies, elle intervient le premier jour sec après le premier septembre qui précède une période de sécheresse d'au moins 15 jours consécutifs (Abosso et al. 2015). En tenant compte des pluies isolées, faibles et/ou tardives qui allongent l'hivernage, Ndong, (2003) adopte le seuil de 20 jours consécutifs secs après la dernière pluie pour déterminer la fin de la saison végétative. Selon Ozer et al. (2009), elle est fixée dès que la probabilité d'avoir un jour sec appartenant à un épisode de 7 jours est supérieure à celle d'avoir un jour de pluie au cours d'une « pentade ».

Cette définition est réajustée par Arvor et al., (2007) qui estiment la fin lors de la pentade où le volume de pluie journalier est inférieur à 3,5 mm sur au moins six (6) pentades des huit (8) précédentes.

Une meilleure compréhension des dates de début et de fin permettrait aux cultivateurs d'initier des stratégies d'adaptation commodes afin de réduire la vulnérabilité face à l'instabilité pluviométrique. C'est dans ce contexte que s'inscrit cette étude. Elle se fixe comme objectif principal de contribuer à mieux appréhender les caractéristiques de la saison pluvieuse dans la partie orientale du Sénégal de 1950 à 2013.

Cadre géographique et données

Cadre géographique

Située entre 12° 50' et 15° 10' N et entre 11° 50' et 14° 50' W (figure 1), Tambacounda appartient essentiellement au domaine climatique soudanien qui occupe tout le sud du pays, avec une pluviométrie variante entre 600 et 1200 mm (Sagna, 2007) répartie entre la région nord-soudanienne (600 mm à 800 mm) et celle sud-soudanienne (800 à 1200 mm). La partie nord-soudanienne est représentée par la station de Tambacounda et la zone sud correspond à la station de Kédougou (figure 2). La partie septentrionale de la région plus particulièrement la station de Bakel est occupée par le domaine climatique sud-sahélien.

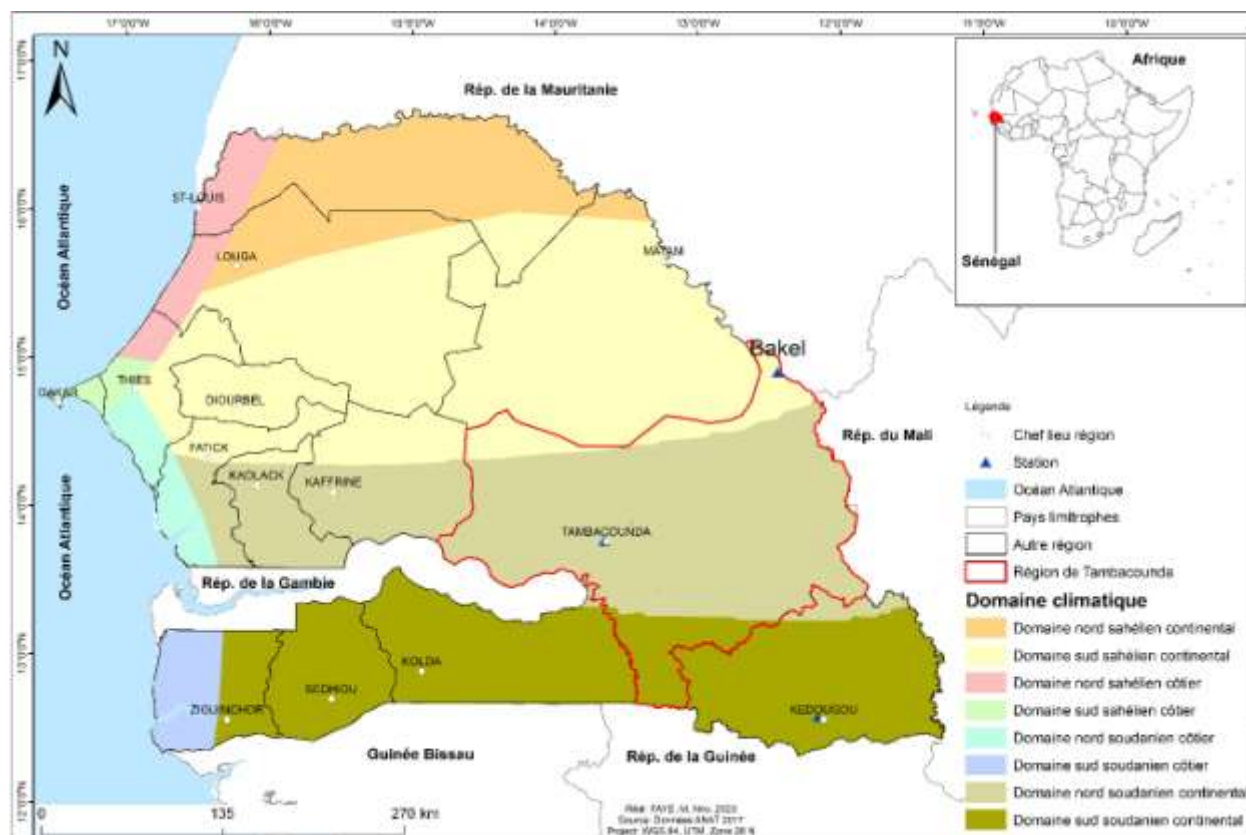


Figure 1:- Situation des domaines climatiques du Sénégal et des stations étudiées.

Données

Cette étude est basée sur les données de trois stations météorologiques. Il s'agit des stations de Tambacounda, de Bakel et de Kédougou (figure 1). Ces données climatiques sont gérées par l'Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie (ANACIM) du Sénégal. Les stations retenues obéissent aux critères d'ancienneté des observations, de la disponibilité des données. Les séries des données climatiques sont relativement longues (plus de 50 ans) et ne présentent aucune donnée manquante.

Cette étude est également accompagnée par des entretiens faits avec des cultivateurs dans différentes communes de la région de Tambacounda en 2016. En effet, ce travail s'est déroulé parallèlement à une autre activité de recherche dans cette partie du Sénégal. Au total, 19 communes ont été parcourues dont 6 dans la partie ouest (secteur ouest), 5 au centre et sud (Secteur centre et Sud) et 8 à l'Est (Secteur Est) (figure 2). Ainsi, les avis de 200 cultivateurs sur le début, la fin, la durée et les pauses pluviométriques de la saison des pluies ont été recueillis. Cette étude de terrain ne se révèle pas exhaustive mais cherche, d'une manière générale, à comprendre la perception paysanne sur les caractéristiques de la saison des pluies à Tambacounda.

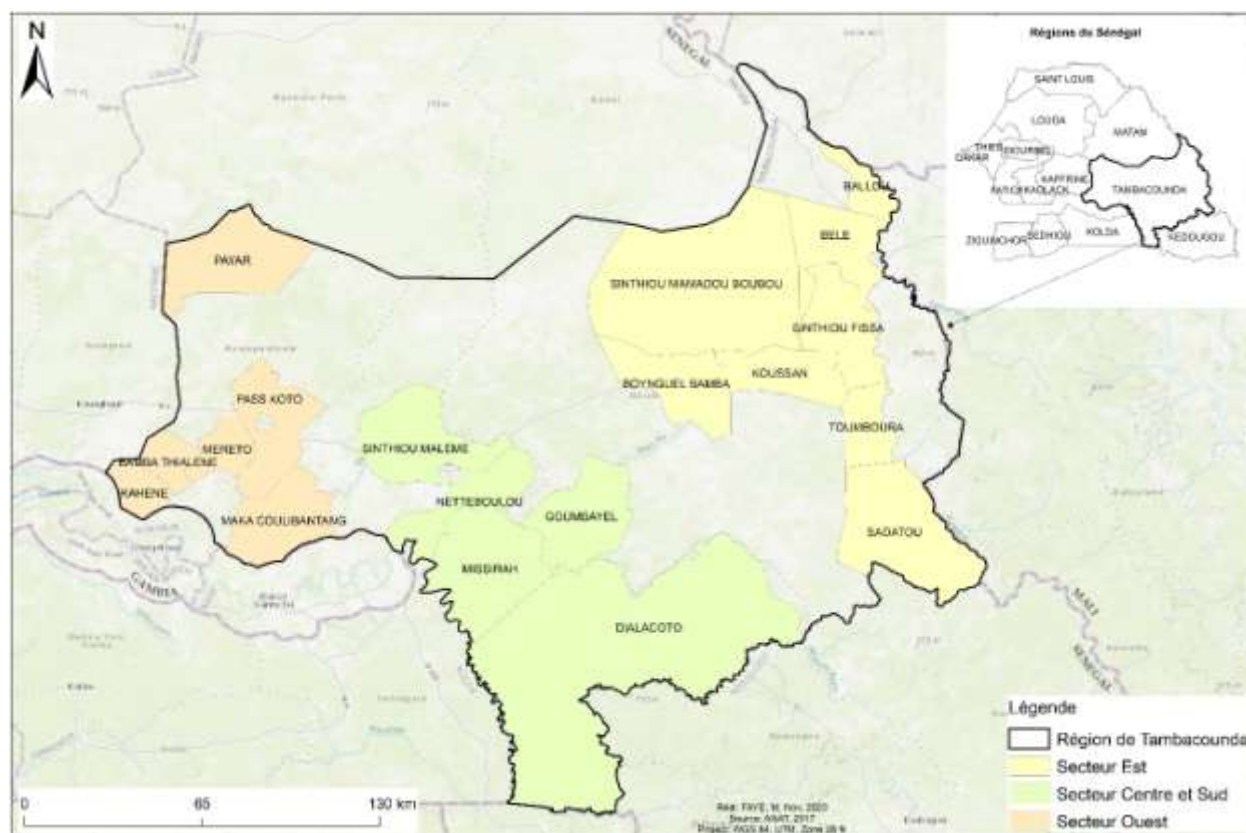


Figure 2:- Les différentes Communes étudiées, classées par secteurs.

Méthodes:-

Etant donné que la Région de Tambacounda se situe en grande partie dans la zone soudanienne avec une pluviométrie peu prononcée et qui s'allonge parfois jusqu'en octobre, la date de fin de l'hivernage définie par Sivakumar, (1988) et Sarr, (2011) ne peut pas s'appliquer à cette partie. Néanmoins, nous estimons la fin de la saison pluvieuse le premier jour sec, après le 20 septembre, qui précède une période sèche d'au moins 15 jours consécutifs. Dans cette étude, la date de début et de fin de l'hivernage est déterminée en fonction des domaines climatiques qui concernent la région. Cette analyse s'appuie sur les données pluviométriques des stations de Bakel (domaine sud sahélien), de Tambacounda (domaine nord soudanien) et de Kédougou (domaine sud soudanien). On considère, comme précoces les pluies qui débutent en mai, normaux celles commençant en juin et tardifs les hivernages qui démarrent en juillet. Quant à la fin de la saison végétative, elle est précoce quand elle intervient en septembre, normale si c'est en octobre ou tardive si elle survient en novembre.

Résultats:-

Date de début de l'hivernage

La grille de Ndiaye, (2010), pour bien caractériser la date de début des hivernages, répartit les stations du Sénégal en deux zones : le nord et le sud (figure 3). La saison pluvieuse commence globalement, pour les stations situées dans la partie méridionale du pays, entre la fin du mois d'avril (à Kédougou) et fin mai ou début juin (à Kaolack). Pour celles du nord, elle s'intercale entre le début des mois de juin et de juillet.

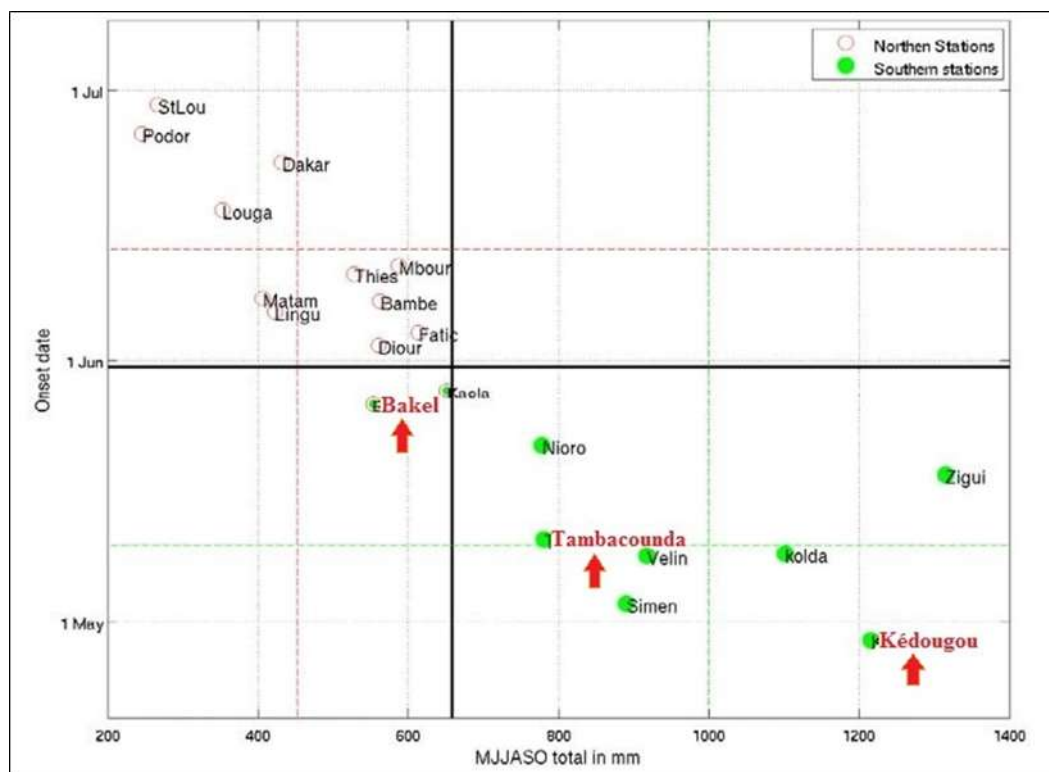


Figure 3:- Date de début de la saison des pluies et volume (en mm) (Ndiaye, 2010).

Cependant, l'étude des données du tableau 1 montre que la plupart des hivernages démarrent normalement au mois de juin au nord (Bakel) et au centre (Tambacounda) de la région soit respectivement 61 % et 67 % des fréquences. Les débuts tardifs sont importants à Bakel. Ils correspondent à 24 années soit 38 %. Cela explique le raccourcissement de la durée de l'hivernage pendant certaines années. Les démarrages précoces sont rares au nord de la région. Sur les 64 années de la série, seule l'année 2005 a connu un début d'hivernage au mois de mai (tableau 2). Contrairement à la station de Bakel (domaine sud sahélien), le centre (Tambacounda) est caractérisé par un faible taux de débuts tardifs (8 %), soit 5 années. Ils concernent principalement les années 1969, 1981, 1985, 1998 et 2002 (tableau 2). Les saisons pluvieuses qui s'installent précocement sont, en effet, importantes au centre. Elles correspondent à 16 années soit 25 %.

Contrairement à la partie sud sahélienne et nord soudanienne, la majorité des hivernages démarre au mois de mai (fin mai) dans le sud de la région (domaine sud soudanien). Sur les 64 années de la série, 38 années ont vu leur hivernage débiter en mai soit 59 % (tableau 1). Ainsi, nous pouvons en déduire que la saison pluvieuse débute normalement en fin mai au sud. La fréquence du démarrage prématuré de la saison pluvieuse explique la longueur des saisons dans cette partie de la région. Les débuts relevés en juin sont relativement importants et concernent 26 années soit 41 % des fréquences.

Tableau 1:- Date de début de la saison des pluies 1950 à 2013.

Stations	DEBUT				
	Mois	Précoce mai	Normal juin	Tardif Juillet	Total
Bakel (sud sahélien)	Effectifs	1	39	24	64
	Fréquences en %	2	61	38	100
Tambacounda (nord soudanien)	Effectifs	16	43	5	64
	Fréquences en %	25	67	8	100
Kédougou (sud soudanien)	Effectifs	38	26	0	64
	Fréquences en %	59	41	0	100

Tableau 2:- Date de début de la saison des pluies de 1950 à 2013.

Années	Bakel (sud-sahélien)	Tambacounda (nord-soudanien)	Kédougou (sud-soudanien)	Années	Bakel (sud-sahélien)	Tambacounda (nord-soudanien)	Kédougou (sud-soudanien)
1950				1982			
1951				1983			
1952				1984			
1953				1985			
1954				1986			
1955				1987			
1956				1988			
1957				1989			
1958				1990			
1959				1991			
1960				1992			
1961				1993			
1962				1994			
1963				1995			
1964				1996			
1965				1997			
1966				1998			
1967				1999			
1968				2000			
1969				2001			
1970				2002			
1971				2003			
1972				2004			
1973				2005			
1974				2006			
1975				2007			
1976				2008			
1977				2009			
1978				2010			
1979				2011			
1980				2012			
1981				2013			

Légende

	Précoce (mai)		Normal (juin)		Tardif (juillet)
--	---------------	--	---------------	--	------------------

Date de fin de l'hivernage

Les hivernages prennent fin normalement au mois d'octobre (première moitié du mois d'octobre) dans toutes les stations étudiées (tableau 3).

Dans la partie septentrionale de la région (domaine sud sahélien), l'essentiel des hivernages prend fin au mois d'octobre avec 80 % des fréquences, soit 51 années (tableau 3). Treize années soit 20 % ont terminé précocement au mois de Septembre (fin septembre). Ces années sont 1954, 1959, 1960, 1970, 1977, 1980, 1981, 1988, 1997, 2003, 2005, 2007 et 2011 (tableau 4). Aucune fin tardive n'est relevée dans cette station.

Dans la station de Tambacounda (domaine nord soudanien), la saison pluvieuse prend fin au mois d'octobre correspondant à 91 % des fréquences. Les fins tardives (4 années), plus importantes que celles précoces sont relevées en 1951, 1954, 1976 et 1994 (tableau 4), représentant 6 % (tableau 3). Deux saisons ont accusé un arrêt anticipé, il s'agit de 1964 et 1970 soit 3 %.

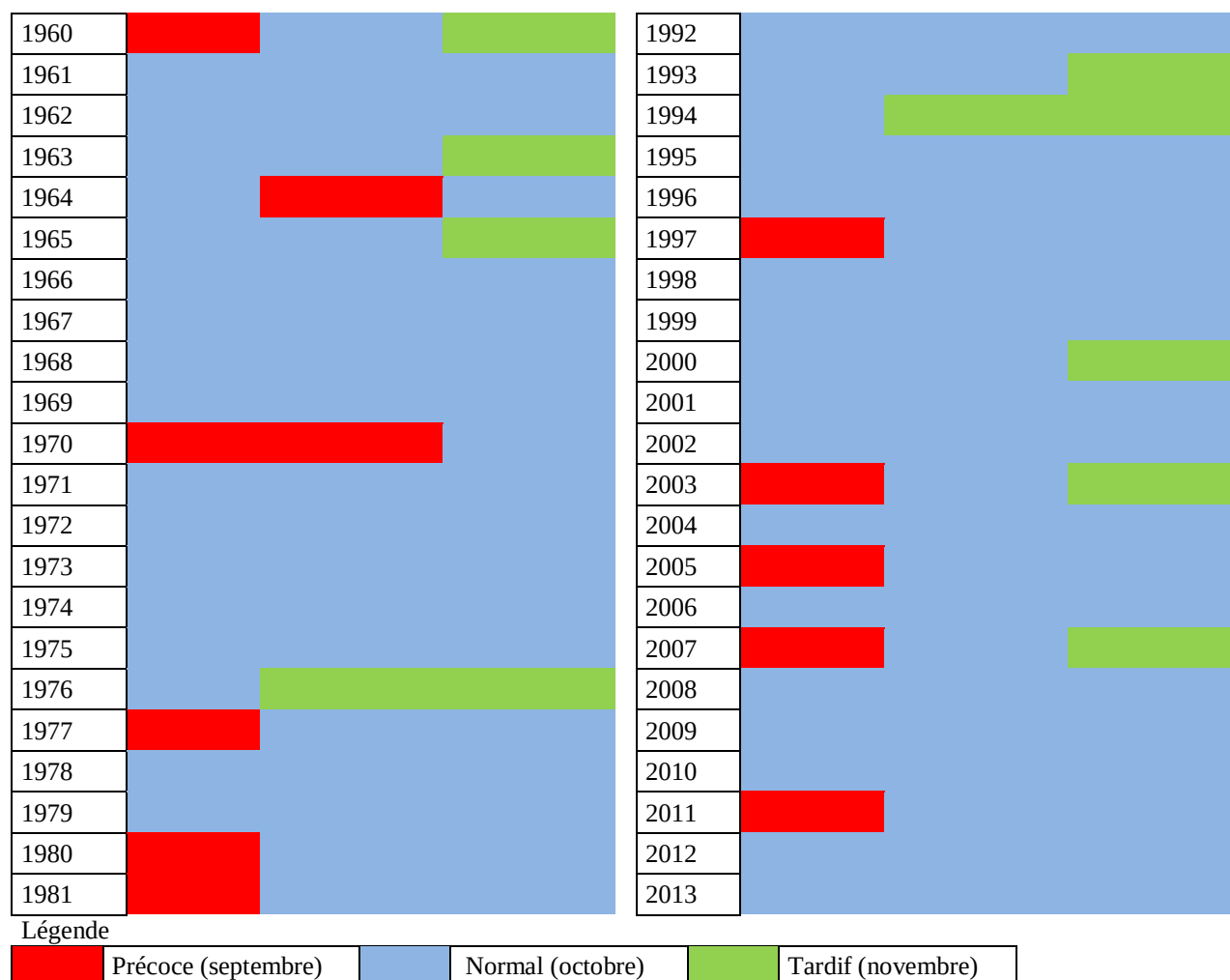
Au sud de la région de Tambacounda (domaine sud soudanien), nous remarquons une absence de fin précoce. La plupart des saisons pluvieuses ont fini normalement au mois d'octobre avec 78 % des fréquences, soit 50 années (tableau 3). Les fins tardives sont assez importantes. Elles correspondent à 22 %, soit 14 années sur 64. En effet, les fins tardives sont relevées essentiellement en début (les années 1950 et 1960) et à la fin de la série (les années 1990 et 2000) (tableau 4).

Tableau 3:-Date de fin de l'hivernage 1950 à 2013.

Stations	FIN				
	Mois	Précoce	Normale	Tardive	Total
		septembre	octobre	novembre	
Bakel (sud sahélien)	Effectifs	13	51	0	64
	Fréquences en %	20	80	0	100
Tambacounda (nord soudanien)	Effectifs	2	58	4	64
	Fréquences en %	3	91	6	100
Kédougou (sud soudanien)	Effectifs	0	50	14	64
	Fréquences en %	0	78	22	100

Tableau 4:- Date de fin de la saison des pluies de 1950 à 2013.

Années	Bakel (sud-sahélien)	Tambacounda (nord-soudanien)	Kédougou (sud-soudanien)	Années	Bakel (sud-sahélien)	Tambacounda (nord-soudanien)	Kédougou (sud-soudanien)
1950				1982			
1951				1983			
1952				1984			
1953				1985			
1954				1986			
1955				1987			
1956				1988			
1957				1989			
1958				1990			
1959				1991			



Durée de l'hivernage et le mois le plus pluvieux

Les saisons pluvieuses s'étalent pour l'essentiel, dans la région de Tambacounda, de juin à octobre. Le démarrage précoce (mai) des hivernages et le retrait tardif de l'EM vers le sud allongent parfois la saison des pluies. Néanmoins, en agro climatologie, la notion de durée n'a pas une grande importance car elle ne permet pas de mesurer l'efficacité d'une saison pluviométrique. La répartition des pluies pendant l'hivernage compte plus que la durée.

Selon les données pluviométriques étudiées, la durée de l'hivernage varie du nord au sud. La longueur de la saison pluvieuse s'étale de 4 mois (au nord) à 6 mois (au sud) (tableau 5). Cette variation spatiale de la durée de l'hivernage s'explique par la migration de l'équateur météorologique qui s'effectue du sud vers le nord. La partie septentrionale de la région, à l'image de la station de Bakel, se caractérise par des hivernages qui s'étendent entre 4 et 5 mois. En effet, les saisons pluvieuses d'une durée de 5 mois sont relativement plus importantes (53 % des fréquences). Les pluies s'étalant de 4 mois s'élèvent à 30 années soit 47 % des fréquences.

Le domaine nord soudanien (station de Tambacounda), compte plus d'hivernages d'une longueur de 5 mois avec des fréquences de 66 %, soit 42 années sur 64. Il a enregistré 16 saisons pluvieuses qui ont duré 6 mois. Nous notons tout de même dans cette partie, 5 hivernages d'une longueur de 4 mois, soit 8 % des fréquences et une saison pluvieuse de 7 mois de durée.

La partie sud soudanienne, à l'image de la station de Kédougou, est caractérisée par de longues saisons pluvieuses. La plupart des hivernages ont duré 6 mois avec des fréquences de 61 %, soit 39 années. Les saisons pluvieuses d'une longueur de 5 mois sont relativement importantes. Elles correspondent à 19 années, soit 30 %. Nous relevons

aussi, dans cette partie, 6 hivernages dont leur durée est de 7 mois. Pour rappel, cette partie bénéficie en premier et en dernier du flux de mousson ce qui explique l'étirement de l'hivernage au sud de la région.

En d'autres termes, le mois d'août est considéré comme le plus pluvieux dans toutes les stations (tableau 5). A Bakel, 44 saisons pluvieuses, soit 69 %, ont enregistré leur maximum pluviométrique en août. Les mois de juillet (17 %) et de septembre (14 %), malgré leur apport en pluie, ont été moins pluvieux par rapport à août.

A Tambacounda, nous relevons 39 hivernages dont le mois d'août a été le plus arrosé, soit 54 %. Il est suivi par le mois de Juillet qui a été 13 fois plus pluvieux avec un taux de 24 %. Le mois de septembre avec 22 %, soit 12 années est moins représentatif par rapport aux mois précédents.

A la station de Kédougou, en dehors du mois d'août, plus pluvieux avec 55 % des fréquences soit 35 années, le mois de septembre est marqué par des pluies abondantes. Sur les 64 années de la série, il a été 20 fois le plus arrosé, soit 31 %. Le mois de juillet a été 9 fois plus pluvieux et juin 1 fois avec respectivement 14 % et 2 %.

Tableau 5:-Durée de la saison des pluies.

Stations	Durée					Mois le plus pluvieux			Total
	Mois	4 mois	5 mois	6 mois	7 mois	juillet	Août	Sept	
Bakel (sud sahélien)	Effectifs	30	34	0	0	11	44	9	64
	Fréq en %	47	53	0	0	17	69	14	100
Tambacounda (nord soudanien)	Effectifs	5	42	16	1	13	39	12	64
	Fréq en %	8	66	25	2	24	54	22	100
Kédougou (sud soudanien)	Effectifs	0	19	39	6	9	35	20	64
	Fréq en %	0	30	61	9	14	55	31	100

Perception de la population sur l'évolution de la pluviométrie.

La variation climatique est différemment ressentie par la population. Elle est perçue, en effet, par les paysans à travers la quantité de pluies tombée chaque année, la date de démarrage et de fin de la saison pluvieuse et la fréquence ou la durée des pauses pluviométriques. Selon les personnes interrogées soit 84 %, malgré l'amélioration des pluies notée durant ces dernières années, la pluviométrie est déficitaire. Seulement 16 % de la population ont attesté que les volumes de pluies ont augmenté. Cette baisse peut s'expliquer par le caractère erratique des pluies. Les arrivées tardives tout comme les fins précoces, notées durant certaines années, amenuisent considérablement les quantités annuelles reçues. La récurrence des poches de sécheresse est, en outre, lourde de conséquence. En plus de la perturbation du cycle végétatif des cultures, elles contribuent à la réduction des volumes précipités.

En d'autres termes, les hivernages qui, en majorité, débutaient normalement au mois de juin ou précocement en mai ont connu une modification durant ces cinq dernières années. Selon la population enquêtée, les saisons pluvieuses commençaient généralement il y'a 30 ans (vers 1980) en fin mai, soit 49 % des fréquences. Celles qui concernent le mois de juin s'élève à 41 % (figure 4). Actuellement, nous constatons un démarrage tardif des saisons pluvieuses qui, pour la plupart sont observées en début juillet avec un pourcentage de 59 %. Depuis cinq ans, les pluies notées en début juin sont faibles et ne permettent pas de commencer les semis. Elles sont irrégulières et entrecoupées de longues périodes sèches. Nous notons, en effet, un nombre important d'hivernages qui démarrent en fin juin (34 %). Par contre, la saison pluvieuse démarre en fin mai ou début juin dans la partie méridionale de la région (secteur de Kédougou). Les débuts tardifs sont enregistrés majoritairement dans les parties centrale et septentrionale de la région de Tambacounda.

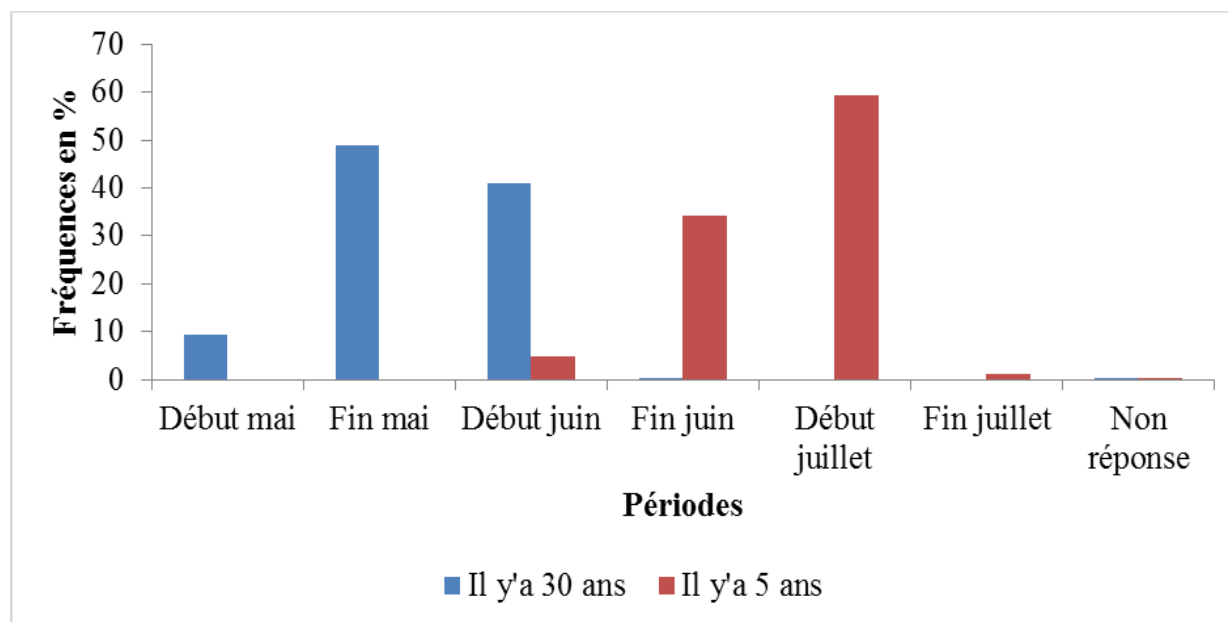


Figure 4:- Perception de la population sur la date de début de l'hivernage.

En dehors des mutations sur le démarrage de la saison des pluies, nous notons aussi des changements sur la date de fin de celle-ci. La population affirme que les hivernages terminent très tôt par rapport aux années 1980. Auparavant, la fin de la saison pluvieuse intervenait en mi-octobre ou se prolongeait jusqu'à la fin de ce mois (figure 5). Alors qu'aujourd'hui, la plupart des hivernages se terminent à la fin du mois de septembre avec 51 % des fréquences ou début octobre. Nous notons aussi des fins précoces qui surviennent en début septembre. Ces fins précoces sont essentiellement observées dans la partie septentrionale de la région (secteur de Bakel). Celles qui interviennent en octobre sont faibles et tournent autour de 22 %.

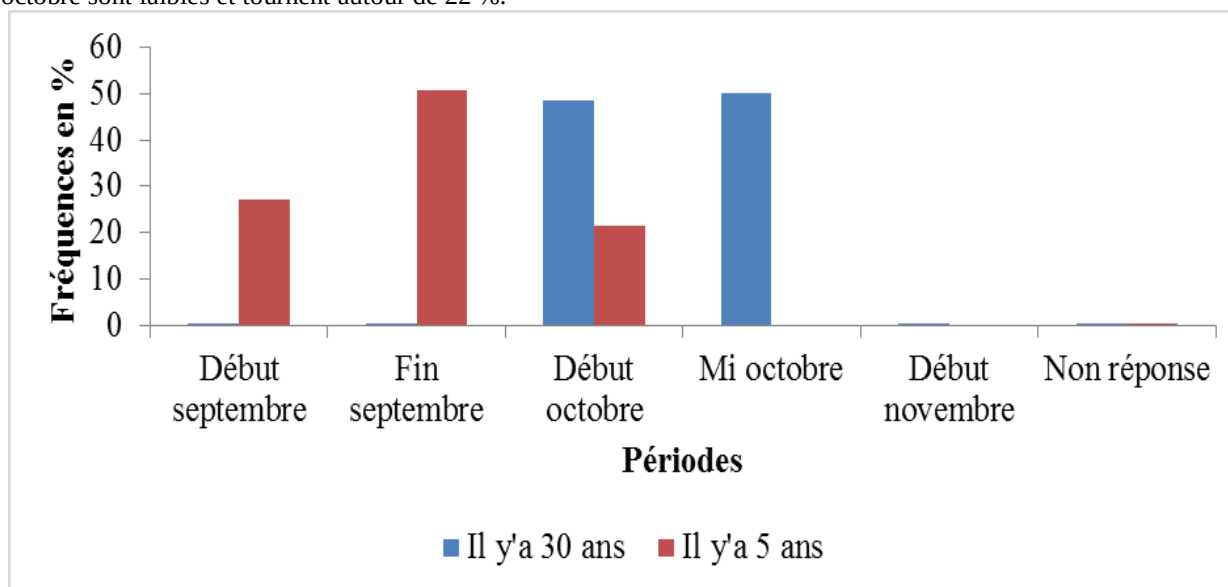


Figure 5:- Perception de la population sur la date de fin de l'hivernage.

La variation du climat se manifeste aussi dans la durée de la saison pluvieuse. Les paysans ont constaté un raccourcissement de celle-ci durant ces dernières années. Actuellement, l'hivernage a tendance à durer au maximum 3 mois avec 59,8 % des fréquences (figure 6). Il concerne essentiellement les mois de juillet, août et septembre. Ces mois sont caractérisés par des pluies abondantes et continues favorables aux activités agricoles et au développement des plants. Par contre, les pluies enregistrées en juin et octobre sont insuffisantes et très irrégulières. Certains

paysans estiment, en revanche, que l'hivernage dure 4 mois dans la région. Pour d'autres, il s'étale sur 5 mois avec une faible proportion, soit 0,4 % des fréquences.

En effet, le discours tenu par les paysans diffère des données climatiques analysées. Les études de terrain montrent une absence de critères exacts de fixation du début et de la fin de l'hivernage. C'est ce qui explique, souvent, les mauvais rendements car la période de croissance des cultures coïncide, parfois, avec la fin des pluies. La majeure partie de la population estime, aujourd'hui, que les pluies enregistrées durant le mois de juin ne permettent plus de démarrer l'hivernage. Cela est accentué avec la récurrence des séquences sèches et la lente montée de l'équateur météorologique.

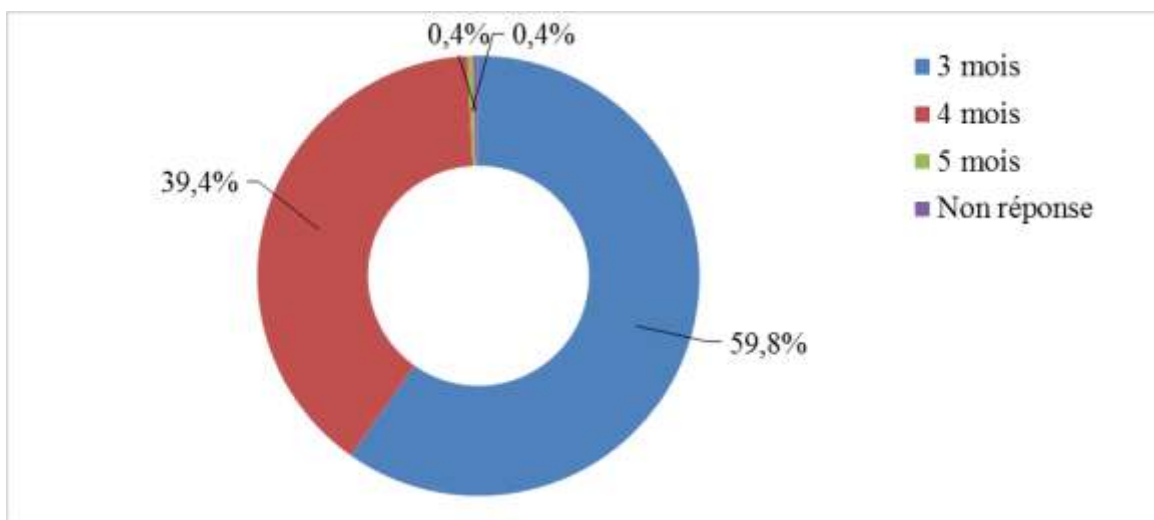


Figure 6:- Perception paysanne sur la durée de la saison pluvieuse.

Analyse des séquences sèches.

On considère comme séquence sèche un nombre de jours consécutifs sans pluie pour une période donnée. Autrement dit, un jour où le cumul pluviométrique journalier est inférieur à 0,1 mm est considéré comme un jour sans pluie (Sarr, 2011).

Les périodes sèches ou pauses pluviométriques sont devenues de plus en plus fréquentes durant ces dernières années. Elles sont fortement variables selon la durée et les hivernages. Leur récurrence compromet les activités agricoles et favorise également la réduction de la réserve utile (RU) nécessaire pour le maintien de l'humidité du sol et du développement des plants.

Les pauses sèches de moins d'une semaine sont généralement les plus importantes dans les stations étudiées. Leurs fréquences ont été plus importantes en 1984 à Tambacounda et à Kédougou. Celles supérieures à 14 jours sont faibles et irrégulières.

ABakel, la fréquence des pauses pluviométriques de 1 à 6 jours sont plus faibles avec une moyenne sérielle de 17 fois (figure 7). Les fortes valeurs sont relevées à la fin des années 1960, 1980 et au début des années 2000. Les pauses sèches de 7 à 14 jours sont faibles et interviennent en moyenne 2 fois par saison des pluies. En effet, elles sont relativement plus élevées dans cette partie. Les périodes 1957-1962, 1972-1992 et 2001-2012 ont enregistré les valeurs maximales supérieures à 7 jours. Les longues séquences sèches (supérieures à 14 jours) sont plus fréquentes au nord de la région. Elles sont notées essentiellement entre 1954-1957, 1963-1971, 1977-1984 et 1991-2013. L'importance et la récurrence des pauses sèches de 7 jours et plus, pendant ces périodes, explique en partie la diminution des totaux pluviométriques.

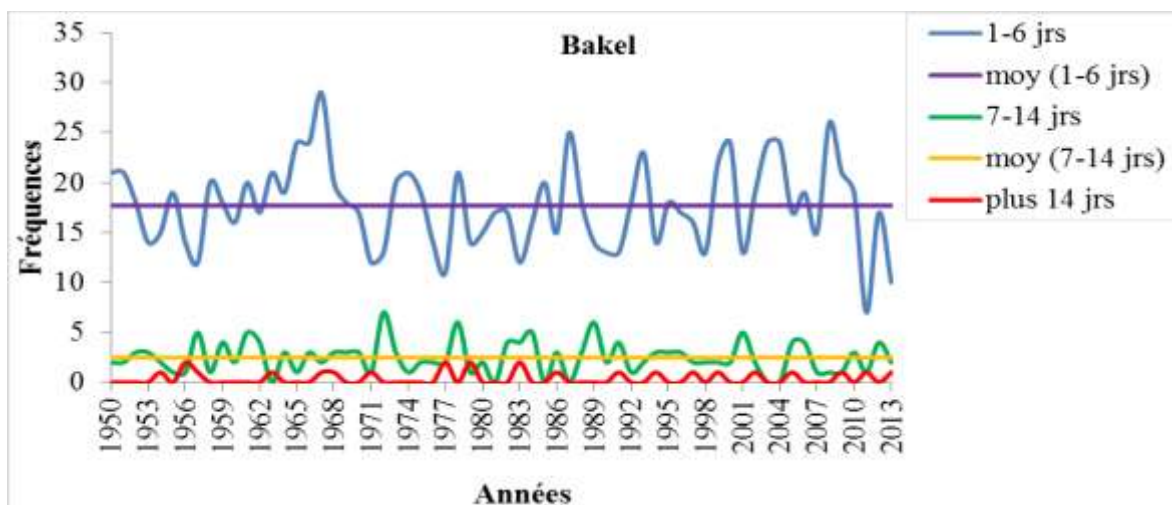


Figure 7:- Séquences sèches de 1950 à 2013 à Bakel (sud sahélien).

Dans la station de Tambacounda, la fréquence des séquences sèches inférieures à 7 jours varie entre 11 (1991) et 29 (1984). Ces pauses pluviométriques interviennent en moyenne 20 fois par année dans la station de Tambacounda. Les faibles valeurs sont relevées en 1977, 1981, 1983, 1984, 1991, 1997, 2000, 2002, 2004 et 2011 (figure 8). Contrairement à la station de Bakel, Tambacounda a révélé 14 années de séquence sèche supérieure 14 jours. Cette anomalie pluviométrique s'est manifestée à deux reprises en 1983, favorisant ainsi la baisse annuelle de la quantité de pluie.

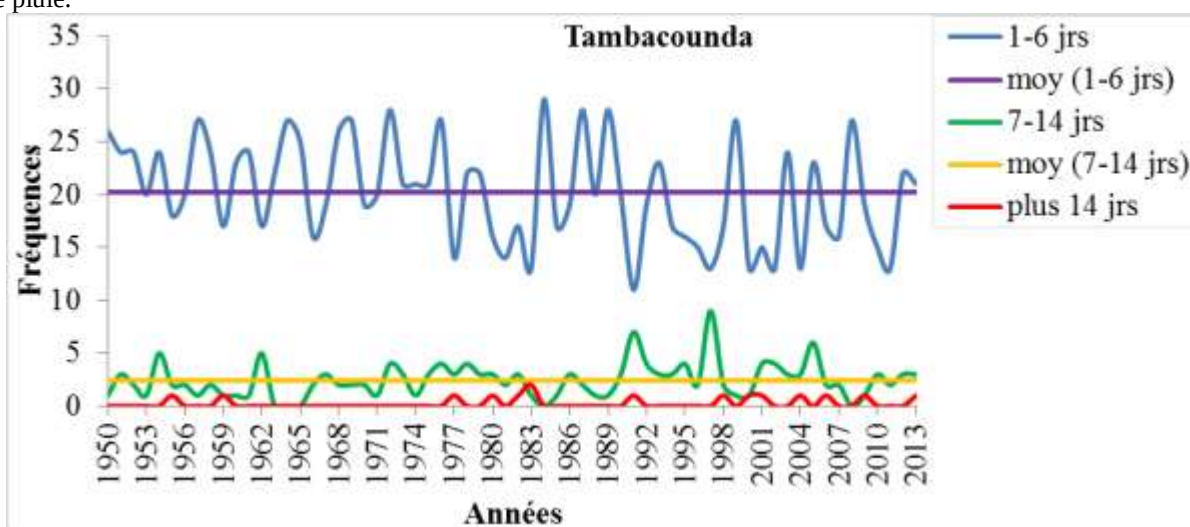


Figure 8:- Séquences sèches de 1950 à 2013 à Tambacounda (nord soudanien).

L'évolution des pauses pluviométriques, à la station de Kédougou est caractérisée par la récurrence des courtes séquences (moins de 7 jours). Leur fréquence est comprise, majoritairement, entre 18 et 33 fois par saison des pluies (figure 9). Les séquences sèches de 7 à 14 jours sont faibles. Elles interviennent en moyenne 1 fois par année. Les années 1977, 1986, 1997 et 2007 ont observé les plus grandes fréquences. Les longues durées sans pluie (plus de 14 jours) ne sont pas fréquentes dans un même hivernage. Les années 1951, 1962, 1970, 1987, 1992, 1996, 2002 et 2009 ont enregistré les valeurs maximales pour les pauses sèches supérieures à 14 jours. Contrairement aux stations précédentes, le sud est moins touché par les longues pauses sèches (supérieures à 14 jours). Les années touchées par cette séquence concernent principalement 1956, 2000 et 2008.

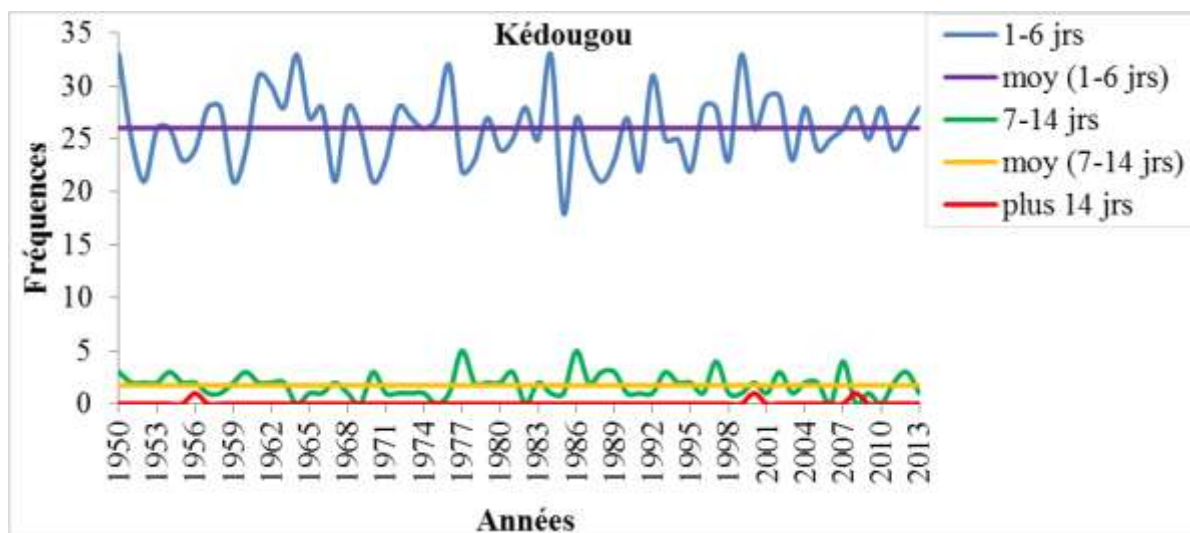


Figure 9:- Séquences sèches de 1950 à 2013 à Kédougou (sud soudanien).

En dehors des données pluviométriques, l'essentiel de la population enquêtée, soit 99 %, a constaté une présence importante de poches sèches notamment après 2008. Les longues pauses sèches sont plus marquées dans la partie septentrionale de la région qu'au centre et au sud. Cela peut s'expliquer par la remontée de l'équateur météorologique. Les pluies liées à l'équateur météorologique sont abondantes et régulières. En effet, ces poches de sécheresse s'annoncent aléatoirement pendant la saison pluvieuse. Selon les paysans, elles sont irrégulières et varient d'un moment à l'autre. Elles sont, en effet, faibles en début et fin d'hivernage avec respectivement 10,6 % et 11,4 % des fréquences (figure 10). Les pourcentages les plus importants sont notés au cœur de l'hivernage. Pour rappel, les pauses de pluies, quelle que soit leur durée, interviennent hasardeusement pendant l'hivernage.

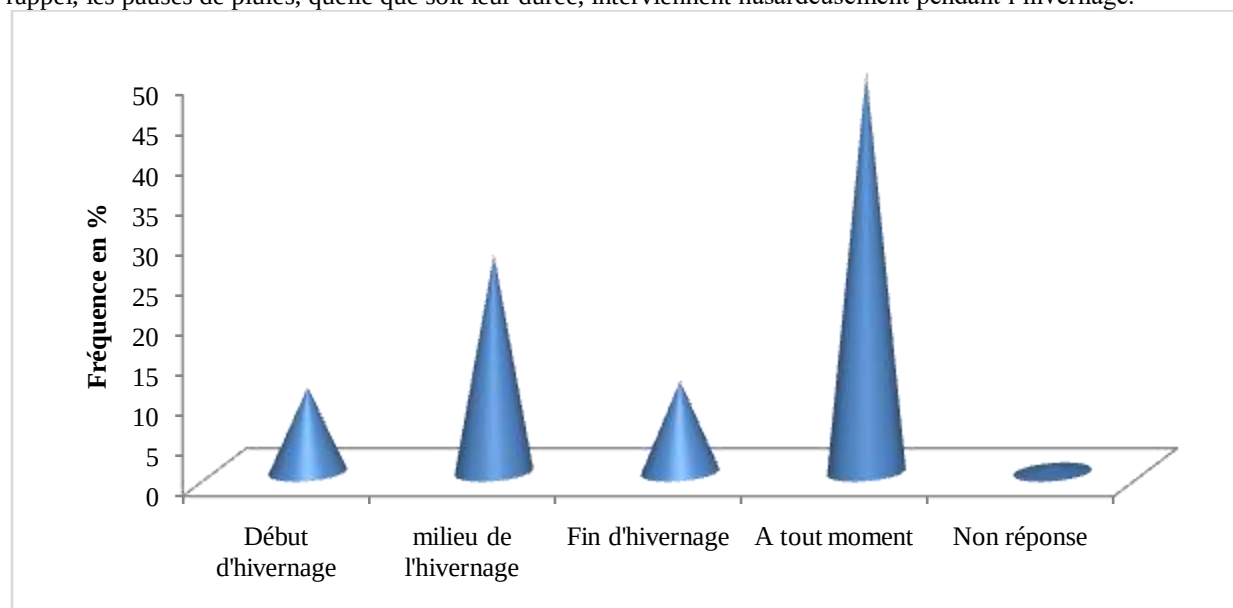


Figure 10:- Perception de la population sur la période des séquences sèches.

Discussion:-

L'appréhension du début et de la fin de la saison des pluies est importante pour le bon déroulement des activités agricoles. Les cultivateurs sèment dès que la pluie le permet pour éviter aux cultures un déficit hydrique en fin de cycle (Faye., 2012). Il arrive souvent de voir coïncider le déficit hydrique avec une phase sensible. Ce qui entraîne le stress des cultures et cause parfois des resemis.

Les quantités de pluies enregistrées et la durée de la saison des pluies sont déterminantes dans l'évolution des rendements (Faye., 2019). Etant donné que l'agriculture de la région est essentiellement pluviale, l'installation tardive de l'hivernage peut impacter négativement sur les rendements. La connaissance de la date de démarrage de l'hivernage permet de mieux planifier la production agricole (Sivakumar, 1988). Cela permet aux cultivateurs de mettre en place des mesures d'adaptation des activités agricoles (Camberlin et al., 2003 ; Massouangui-Kifouala, 2021). La date de démarrage détermine la longueur des saisons et oriente les paysans sur le choix des variétés culturales les mieux adaptées (Marteau et al., 2010 ; Massouangui-Kifouala, 2021). Elle met aussi les paysans à l'abri des faux démarrages qui peuvent provoquer une perte de semis. Selon les cultivateurs, l'installation précoce de la saison des pluies est synonyme d'un meilleur rendement agricole. Ces affirmations sont concordantes avec les travaux de certains auteurs comme (Sivakumar, 1988 ; Traoré et al., 2022).

Néanmoins, les pluies tardives en fin de saison peuvent avoir à leur tour des conséquences néfastes sur les récoltes en détériorant la qualité des grains et en favorisant le développement des parasites (Soumaré et al., 2008 ; Traoré et al., 2022).

Toutefois, les débuts tardifs tout comme les fins précoces de la saison pluvieuse entraînent le bouleversement des calendriers agricoles et influencent négativement la bonne productivité des cultures (Traoré et al., 2022). L'insuffisance de la pluviométrie entraîne la verse ou le rabougrissement des plants provoquant ainsi la diminution des rendements.

Ce qu'on peut soutenir sur les caractéristiques de la saison pluvieuse est que l'homogénéité des pluies apparaît comme l'élément fondamental pour une bonne production agricole. En effet, la régularité des pluies est beaucoup plus importante que la quantité de pluie tombée. Une bonne distribution spatio-temporelle des pluies est un élément essentiel pour la croissance et la productivité des plantes cultivées.

Conclusion:-

La caractérisation de l'hivernage dans la Région de Tambacounda montre que malgré la baisse notée des pluies, cette région fait partie des plus pluvieuses du pays. Cela est surtout conforté par sa position géographique. Elle fait partie de la première zone de contact avec les flux de mousson et la dernière à en bénéficier.

La précarité des pluies en début et fin d'hivernage raccourcit la durée de la saison pluvieuse et compromet les activités agricoles. Pendant certaines années, les pluies enregistrées en juin et octobre sont les fruits de quelques averses seulement.

La confrontation des données climatiques étudiées et les enquêtes de terrain montrent une grande différence dans le déroulement de l'hivernage. La population a constaté un décalage du début et de la fin de l'hivernage. Nous notons aussi une perte de la notion de durée de la saison pluvieuse chez les cultivateurs. Elle est, souvent, définie par la durée du cycle végétatif des cultures.

Malgré la péjoration pluviométrique constatée depuis 1968 (Faye et al., 2018), Tambacounda reste parmi les régions les plus arrosées du Sénégal.

Bibliographie:-

1. Abossolo, S.A., Batha, R.A.S. et Djeugang, A.B. (2015) : Identification des risques pluviométriques sur la culture du maïs dans l'arrondissement de Penka-Michel, dans les hautes terres de l'ouest du Cameroun. Afrique Science. vol.11(2). 136-142.
2. Arvor, D., Dubreuil, V., Meirelles, M. S. P. (2007): Variabilités spatio-temporelle du début de la saison des pluies au Mato Grosso (Brésil). Actes du XX^{ème} colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Tunis, pp 87-92.
3. Balme, M., Galle, S. et Lebel, T. (2005) : Démarrage de la saison des pluies au Sahel: variabilité aux échelles hydrologique et agronomique, analysée à partir de données EPSAT-Niger, Vol 16 (1), pp 15-22.
4. Diop, M., Houndenou, C. et Richard, Y. (1996) : Variabilité des dates de début et de fin de l'hivernage au Sénégal (1950-1991). Publications de l'Association Internationale de Climatologie, vol. 9 : pp 430-436.

5. Camberlin, P., Okoola, R., Diop, M., Valimba, P. (2003): Identification des dates de démarrage et de fin de saison des pluies: applications à l'Afrique de l'Est et au Sénégal. Publication de l'Association Internationale de Climatologie, 15, 295-303.
6. Faye, G. (2016) : Impacts des modifications récentes des conditions climatiques et océanographiques dans l'estuaire du Saloum et ses régions de Bordures (Sénégal). Dakar: Thèse de Doctorat, EDEQUE, UCAD, 589 p.
7. Faye, M. (2019): La variabilité climatique des années 1950 aux années 2010 et ses impacts sur les ressources naturelles dans la région de Tambacounda (Sénégal). Thèse de doctorat, Université Cheikh Anta Diop Dakar, 424p.
8. Faye, M., Fall, A., Faye, G. et Van Hecke, E. (2018) : La variabilité pluviométrique et ses incidences sur les rendements agricoles dans la région des Terres Neuves du Sénégal oriental. Revue belge de géographie (Belgeo), 17 p.
9. Houndénou, C. & Hernandez, K. (1998): Modification de la saison pluvieuse dans l'Atakora (1961-1990). Un exemple de sécheresse au nord-ouest du Bénin (Afrique occidentale). Science et changements planétaires/Sécheresse, 9 (1), pp 23-34.
10. Massouangui-Kifouala, M. (2021): Identification des dates de démarrage et de fin des saisons des pluies à Pointe-Noire (République du Congo). International Journal of Innovation and Applied Studies, Vol. 32 No. 1 Feb. 2021, pp. 83-92.
11. Marteau, R., Sultan, B., Moron, V., Baron, C., Traore, S.B. et Alhassane, A. (2010) : Démarrage de la saison des pluies et date du semis dans le Sud-ouest du Niger. 23e colloque de l'Association Internationale de Climatologie. Risques et changement climatique, Sep 2010, Rennes, France, pp.379-384.
12. Monerie, P.A. (2012) : Le changement climatique en région de mousson africaine: évolution des champs pluviométriques et atmosphériques dans les simulations CMIP3 et CMIP5 sous scénario A 1 B et rcp45. (1960-1999, 2031-2070). Thèse de doctorat, Biogéosciences, Université de Bourgogne, CRC, AMMA, CNRS, 193 p.
13. Ndiaye, O. (2010) : The predictability of the Sahelian climate: seasonal Sahel rainfall and onset over Senegal. Thèse de doctorat, Columbia University, 180 p.
14. Ndong, J.B. (2003) : Caractérisation de la saison des pluies dans le centre-ouest du Sénégal. Publications de l'Association Internationale de Climatologie (AIC) vol. 15 : pp 326-332.
15. Ozer, P., Hountondji, Y-C. & Laminou Manzo, O. (2009): Evolution des caractéristiques pluviométriques dans l'est du Niger de 1940 à 2007. Geo-Eco-Trop, 33, n.s. pp 11 - 30
16. Sagna, P. (2007) : Caractéristiques climatiques, in Atlas du Sénégal. Dakar: Paris édition Jeune Afrique, pp 66-69.
17. Sarr, B., Kafando, L. et Atta, S. (2011): Identification des risques climatiques de la culture du maïs au Burkina Faso. International Journal of Biological and chemical sciences, 5 (4), 1659-1675.
18. Sivakumar, M.V.K. et Gnoumou, F. (1987) : Agroclimatology of west Africa: Burkina Faso. Information Bulletin n°23 Patancheru, A.P; 502 324. India: International Crops Research Institute for the semi-arid Tropics, 192 p.
19. Sivakumar, M.V.K. (1988) : Predicting rainy season potential from the onset of rains in southern Sahelian and Sudanian climatic zones of West Africa. Agricultural forest and Meteorology, vol 42, pp 295-305.
20. Sivakumar, M.V.K., Maidoukia, A. & Stern, R. D. (1993) : Agroclimatology of West Africa: Niger. Second Edition. (In En, Fr. Summaries in En, Fr.) Information Bulletin no. 5. Patancheru, A.P. 502 324, India: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, and Niamey, Niger: Direction de la météorologie nationale du Niger. 116 p. ISBN 92-90-6-238-7. Order code: IBE/F 005.
21. Soumaré, M., Kouressy, M., Vaksmann, M., Maikano, I., Bazile, D., Traoré, P. S. & Somé, L. (2008): Prévision de l'aire de diffusion des sorghos photopériodiques en Afrique de l'Ouest. Cahiers Agricultures, 17(2), 160-164.
22. Sultan, B. (2011): L'étude des variations et du changement climatique en Afrique de l'Ouest et ses retombées sociétales. Habilitation à diriger des recherches, Université Pierre et Marie Curie, 137 p.
23. Sultan, B. et Janicot, S. (2004): La variabilité climatique en Afrique de l'Ouest aux échelles saisonnières et intra-saisonnières: Mise en place de la mousson et variabilité intra-saisonnière de la convection. Sécheresse, 15, 1-10.
24. Sultan, B. et Janicot S. (2003) : The West African monsoon dynamics. Part II: The pre-onset and the onset of the summer monsoon. Journal of climate, vol 16, pp 3407-3427.
25. Traboulsi, M. (2012): La saison pluvieuse au Proche-Orient: une tendance au raccourcissement. Revue Climatologie, 9, 9-29.
26. Traoré, L., Bello, O.D., Balogoun, B., Chabi, F., Issifou, M.Y., Yabi, Y., Ahoton, E.L. & Saïdou, A. (2022) : Variabilité Intra-saisonnière des Pluies et Production du Sorgho en Zones Soudanienne et Sahélienne du Mali. European Scientific Journal, ESJ, 18 (40), 161. <https://doi.org/10.19044/esj.2022.v18n40p161>.