

Variabilité intra-saisonnière des paramètres agroclimatiques dans le Bassin Arachidier du Sénégal de 1950 à 2022.

Abstract

This study analyzes the intra seasonal variability of agroclimatic parameters in the Groundnut Basin between 1950 and 2022 based on daily rainfall data from ten stations and five posts. The start and end dates of the rainy season were thus determined, and the length of the rainy season, seasonal rainfall accumulation, number of rainy days, and dry spells were calculated in order to assess their spatiotemporal variability and trends in relation to rainfall breaks. The results confirm that the rainy season starts in the southeast of the basin and ends in the north. Seasonal rainfall, the length of the rainy season, and the number of rainy days, are higher in the south and center, while the maximum dry spells are longer in the north (14 days). On average, the rainy season generally begins in June in the south and center and in July in the north, ending in November in the south, October in the center, and September in the north. However, since the Sahelian climate crisis of the 1970s, the rainy season has become unpredictable, with delayed starts, early ends, and shorter wintering periods. Despite a slight increase in rainfall since 2000, the improvement in agroclimatic conditions remains moderate and spatially contrasting.

Key words: -

Intra-seasonal variability, Agroclimatic parameters, Rainy season, Groundnut basin

Copy Right, IJAR, 2026, All rights reserved.

INTRODUCTION : -

Les précipitations sont souvent perçues comme une source de bénédiction en milieu rural sahélien. En abondance, elles suscitent beaucoup d'espoir et quand elles se font rares, elles sont source d'inquiétude. Toutefois, elles sont sujettes à un véritable changement depuis la crise climatique sahélienne des années 1970 aggravées par le réchauffement planétaire, affectant considérablement les saisons agricoles. Ce changement, perçu par les paysans à travers les multiples conséquences qui affectent les exploitations agricoles (Harvey et al., 2014 ; Kasongo et Mosombo, 2017), ne se limitent pas seulement aux fluctuations des totaux des précipitations, bien que celles-ci soient les plus perceptibles (Paturel et al. 1998). Il se traduit aussi par des modifications dans la fréquence et la distribution des pluies (Noufé et al., 2015 ; Kaboré et al., 2017). Ces irrégularités pluviométriques entraînent la variation des dates de début et de fin l'hivernage ainsi que la durée des saisons agricoles associées à une augmentation des séquences sèches (Afouda et al., 2014 ; Chédé et al., 2020). Dans ce cadre, l'analyse de la variabilité des pluies à des échelles plus fines offre une meilleure compréhension de leur fluctuation intra-saisonnière et permet d'évaluer plus précisément leurs impacts sur l'évolution du cycle phénologique des cultures et de mieux adapter les pratiques agricoles et la gestion des ressources en eau.

Le Bassin arachidier, principale zone de production des cultures pluviales au Sénégal, est particulièrement exposé à cette variabilité des paramètres agroclimatiques. La forte dépendance des populations rurales aux conditions climatiques saisonnières renforce la vulnérabilité des systèmes de production. A l'image du Sahel ouest africain, cette région a connu une alternance de périodes humides et de longues périodes sèches. Ces changements affectent non seulement la disponibilité de l'eau en hivernage mais aussi la concordance entre les besoins en eau des cultures et l'occurrence des événements climatiques favorable ou non avec des impacts directs sur les rendements agricoles et la sécurité alimentaire.

Ainsi cette étude vise à analyser la variabilité intra-saisonnière des paramètres clés de la saison agricole dans le Bassin arachidier entre 1950 et 2022 afin de mieux comprendre leurs dynamiques et les enjeux liés à l'adaptation et à la résilience des systèmes de production agricoles face aux mutations climatique.

Matériel et méthode

La zone d'étude

Cette étude a été conduite dans le Bassin arachidier du Sénégal, principale zone de production de l'arachide et de mil au Sénégal. Cette région qui s'étend sur une vaste portion du territoire nationale (Figure 2), est à l'interfacées domaines climatiques sahélien, Nord soudanien et Sud soudanien. Le système agraire est essentiellement structuré autour de l'hivernage. Le calendrier agricole, la réussite des semis et le développement des cultures sont tributaires des précipitations saisonnières. La qualité de l'hivernage conditionne à la fois les rendements agricoles, la sécurité alimentaire et les revenus des ménages. Cette forte dépendance aux précipitations saisonnières fait de l'hivernage un facteur central de vulnérabilité et de résilience dans cette partie du Sénégal.

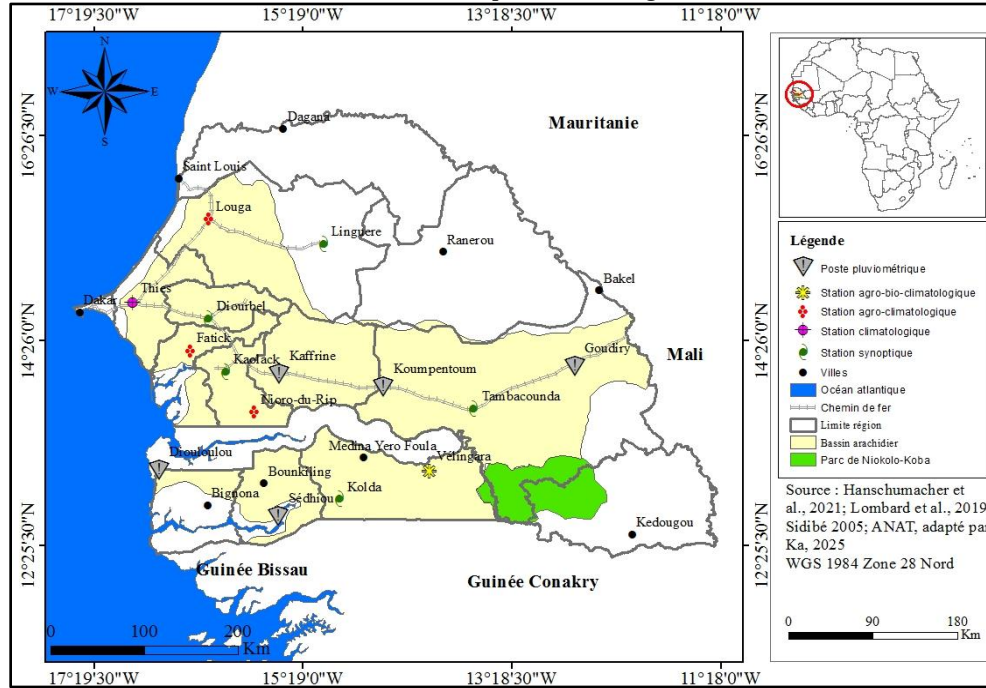


Figure 2 : Localisation du Bassin arachidier

Le matériel

Les données utilisées dans le cadre de cette étude proviennent de l'Agence nationale de l'aviation civile et de la météorologie (ANACIM). Il s'agit des données de précipitations journalières de dix stations et cinq postes (Tableau 1) sur la période 1950-2022 à l'exception de Diouloulou. Ainsi, différents outils ont été mobilisés pour le traitement des données notamment :

- INSTAT+v3.36 pour déterminer les dates de démarrage et de fin de l'hivernage, le nombre de jours de pluie, les séquences sèches maximales et la longueur de l'hivernage ;
- Excel 2016 pour faire la statistique descriptives (calcul des moyennes, tableaux et graphiques) ;
- Arc gis 10.5 pour la réalisation des cartes ;
- Rstudio version 2024.04.0+73 pour détecter les ruptures et comparer les moyennes entre les sous périodes.

Tableau 1 : Liste des stations et postes retenus

Zones du Bassin arachidier	Stations		Latitude	Longitude	Série
	Localités	Types			
Nord	Louga	Agro climatologique	-16°22'	15°62'	1950-2022
	Linguère	Synoptique	-15°11'	15°38'	1950-2022
	Thiès	Climatologique	-16°09'	14°80'	1950-2022
Centre-Ouest	Diourbel	Synoptique	-16°23'	14°65'	1950-2022
	Fatick	Agro climatologique	-16°40'	14°33'	1950-2022
	Kaolack	Synoptique	-16°06'	14°13'	1950-2022
	Nioro	Agro climatologique	-15°78'	13°73'	1950-2022
	Kaffrine	Poste	-15°55'	14°10'	1950-2022
Centre-Est	Koumpentoum	Poste	-14°55'	13°98'	1950-2022
	Tambacounda	Synoptique	-13°68'	13°77'	1950-2022

	Goudiry	Poste	-12°71'	14°18'	1950-2022
	Diouloulou	Poste	-16°70'	13°16'	1959-2022
Est et sud	Kolda	Synoptique	-14°97'	12°88'	1950-2022
	Sédhiou	Poste	-15°56'	12°71'	1950-2022
	Vélingara	Agro-bio-climatologique	-14°10'	13°15'	1950-2022

Méthodes

Détermination des paramètres agroclimatiques

Les dates de début et de fin l'hivernage

Il existe plusieurs critères de définition de la date de début de l'hivernage dans la littérature scientifique. Cependant, celui proposé par Guèye et Sivakoumar (1992) a été retenu dans cette étude. Ces auteurs retiennent comme condition le premier jour à partir du premier mai avec un cumul pluviométrique de 20 mm recueillie en 3 jours consécutifs, sans période sèche d'une durée supérieure 10 jours dans les 30 jours qui suivent.

Concernant la date de fin de l'hivernage, le critère du bilan hydrique (critère agro météorologique du logiciel INSTAT+) a été utilisé. Celui-ci considère la date de fin de saison de pluie comme la date à laquelle la consommation en eau de la plante épuise la réserve hydrique du sol (fixée à 0,05 mm) à partir du premier septembre (Stern et al., 2006). Pour cela, nous avons considéré la réserve utile (RU) de 100 mm/m de sol.

Le cumul pluviométrique saisonnier

Le cumul pluviométrique saisonnier est défini comme la quantité de pluie recueillie au cours de la saison agricole.

La longueur des saisons des pluies

La longueur de la saison des pluies est déterminée par la différence entre la date de fin et celle de début de la saison agricole.

Le nombre de jours de pluie

Le nombre de jours de pluie est le nombre de jours pendant lesquels au moins 1mm de pluie a été enregistré au cours de la saison agricole.

Les séquences sèches maximales au cours des saisons pluvieuses.

La durée maximale de séquence sèche est le plus grand nombre de jours consécutifs sans pluie ($P < 1$ mm) au cours de la saison agricole.

Analyse spatiale de la variabilité des paramètres agroclimatiques

Pour analyser la variabilité intrasaisonnière des pluies, la moyenne zonale de chaque variable agroclimatique sur la période d'étude a été calculée et spatialisée en utilisant la méthode d'interpolation par krigeage. Le krigeage permet d'estimer les valeurs d'une variable spatiale à partir des valeurs connues et s'appuie sur l'analyse et la modélisation de la variance en fonction de la distance entre les données (Lemarchand et Jeannée, 2008).

Analyse interannuelle de la variabilité des paramètres agroclimatiques

La variabilité interannuelle des paramètres de la saison agricole a été analysée à partir du calcul des moyennes annuelles de chaque variable agroclimatique. Par la suite, des courbes d'évolution interannuelle ont ensuite été générées afin de mettre en évidence les fluctuations interannuelles observées d'une année à l'autre dans les différentes zones du Bassin arachidier. Pour les dates de début et de fin de l'hivernage, les dates mensuelles ont été considérées.

Détection de la rupture au sein des séries pluviométriques à l'échelle du Bassin arachidier

La détection des ruptures au sein des séries pluviométriques à l'échelle du Bassin arachidier a été effectuée à l'aide du test de Pettitt, reconnu pour sa robustesse (Niang, 2008). Il est dérivé du test non paramétrique de Mann-Whitney. L'hypothèse nulle correspond à l'absence de rupture dans la série X_i de taille N .

Evaluation de la tendance des paramètres agroclimatiques avant et après les ruptures

Après la détection des ruptures, les moyennes des dates de démarrage et de fin de l'hivernage, du cumul pluviométrique saisonnier, de la durée de l'hivernage, des séquences sèches et du nombre de jour de pluie par rapport aux ruptures pluviométriques ont été calculées et représentées sous forme de graphique afin de connaître la tendance des variables entre les sous périodes. Par ailleurs, le test de Student a été appliqué aux données pour vérifier l'existence ou non d'une différence significative entre les moyennes.

Résultats

Variabilité spatiale des dates de début et de fin de la saison des pluies

Entre 1950 et 2022, le début moyen de l'hivernage a varié entre le 14 juin au Sud et le 24 juillet au Nord du Bassin arachidier. Généralement la saison des pluies débute par le Sud-Est du bassin puis remonte progressivement vers le Centre et le Nord (Figure 3). Ainsi, entre le 8 et le 18 juin, les localités situées au Sud de la Gambie (Nord de Bignona, régions de Sédhiou et Kolda), au Centre-Est (Tambacounda, Koumpentoum et Goudiry) et l'extrême Sud du département de Nioro, enregistrent le démarrage de l'hivernage. Ensuite suivent celles du Nord de la Gambie (régions de Kaolack, de Kaffrine et le département de Foundiougne) entre le 18 et le 29 juin et un peu au Centre-Nord notamment Fatick, Mbour, Sud-Est de Diourbel et Sud de Linguère entre le 29 juin et le 9 juillet. Enfin, l'hivernage démarre tardivement au Nord de Thiès, Diourbel, Linguère et Louga entre le 9 et le 14 juillet.

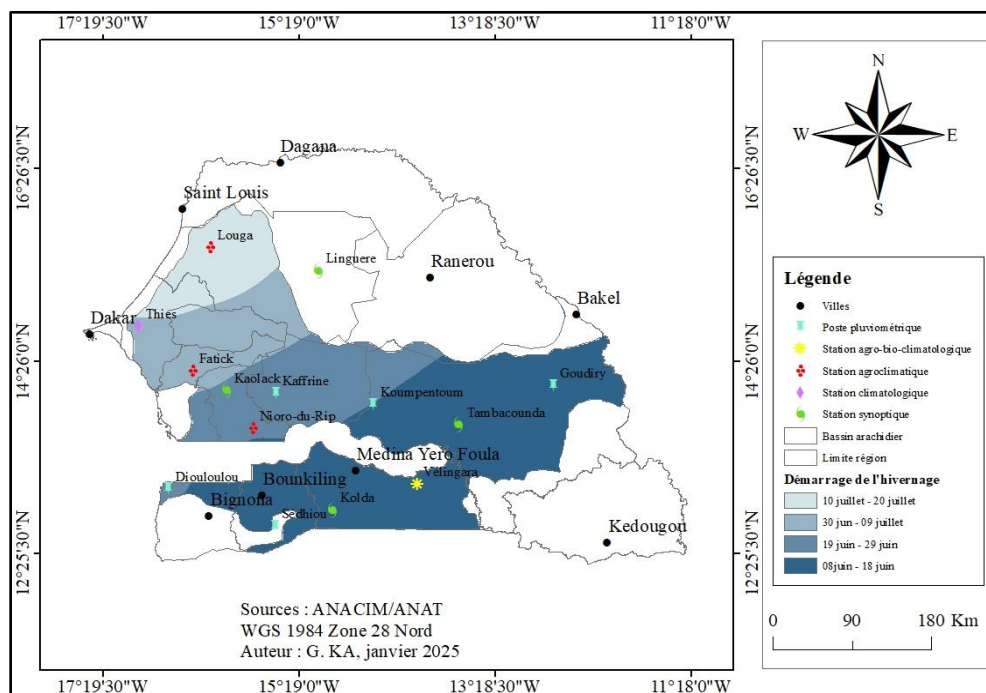


Figure 3 : Variabilité spatiale des dates de début de la saison des pluies de 1950 à 2022

A l'inverse, la date de fin de l'hivernage commence par le Nord du Bassin arachidier entre le 22 septembre et le 10 octobre avant de se décaler vers le Centre où elle intervient entre le 10 et 28 octobre. La saison des pluies s'achève généralement au Sud entre le 20 octobre et le 5 novembre (Figure 4).

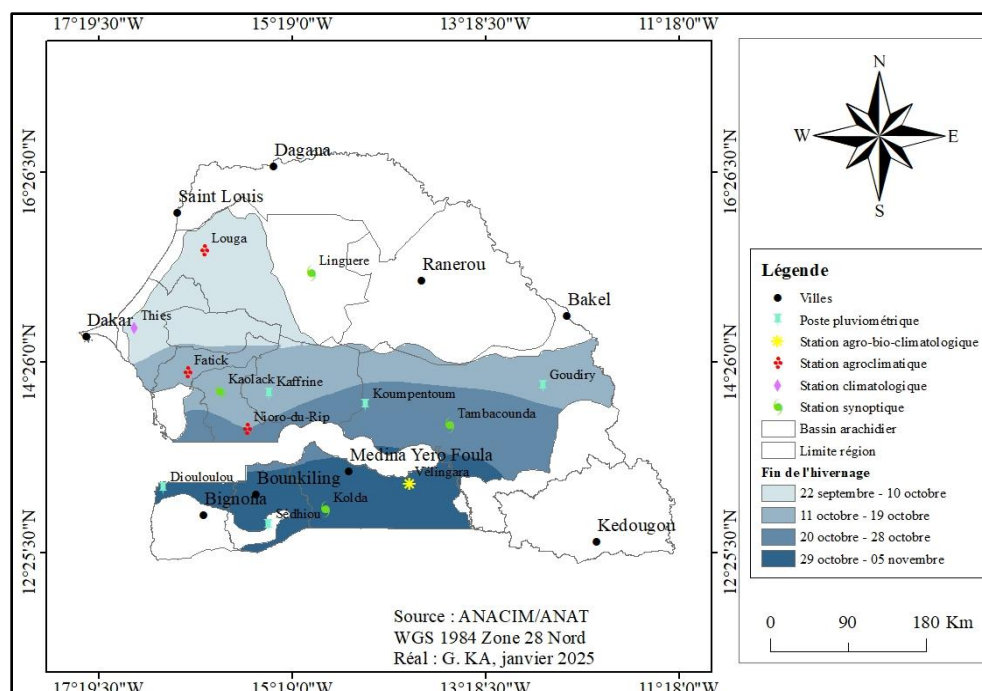


Figure 4 : Evolution spatiale des dates de fin de la saison des pluies au Bassin arachidier de 1950 à 2022.

Variabilité interannuelle des dates de début et de fin de l'hivernage

En moyenne, la date de démarrage de la saison des pluies a varié entre juin et Août au Nord et entre mai et juillet dans les zones Centre et Sud du Bassin arachidier. De l'analyse du tableau 2, l'hivernage a démarré à 22% en juin, à 71% en juillet et à 7% en août au Nord. Au Centre-Ouest, il a débuté à 63% en juin et 36% en juillet. Au Centre-Est, les dates de démarrage sont plus diversifiées : 14% en mai, 77% en juin et 10% en juillet. Enfin au Sud, l'hivernage a démarré très largement en juin (92%) avec quelques occurrences en mai (5%) et juillet (2%).

Quant à la fin de l'hivernage, elle s'est étalée entre septembre et novembre au Nord et entre octobre et novembre au Centre et au Sud. Au Nord, elle se situe à 56% en septembre, à 41% en octobre et à 3% en novembre. Au Centre-Ouest, l'hivernage a pris fin exclusivement en octobre (96%). Au Centre-Est la fin de l'hivernage est intervenue à 82% en octobre et à 18% à novembre. Au Sud, elle varie entre octobre (47%) et novembre (53%).

Tableau 2 : Début et fin mensuelle de l'hivernage dans le Bassin arachidier entre 1950 et 2022

Zone d'étude	Début mensuelle en %				Fin mensuelle en %		
	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre
Bassin arachidier							
Nord	0	22	71	7	56	41	3
Centre-Ouest	1	63	36	0	0	96	4
Centre-Est	14	77	10	0	0	82	18
Sud	5	92	3	0	0	47	53

Variabilité spatiale du cumul pluviométrique saisonnier

Au niveau spatial, le cumul pluviométrique saisonnier a oscillé en moyenne entre 295,5 et 1179,2 mm entre 1950 à 2022 suivant le gradient Nord-Sud (Figure 5). A l'image du Sénégal, les localités Sud du Bassin arachidier (Nord de Bignona, Sédhiou et Kolda) sont les plus arrosées. Sur la série d'étude, elles ont enregistré une pluviométrie moyenne saisonnière comprise entre 958,3 et 1179,2mm. Elles sont suivies de celles du Nord de Bounkiling, de Médina Yoro Foula, de Vélingara, du Sud de Tambacounda, de Kaffrine, de Nioro et de Foundiougne avec un cumul allant de 737,4 à 958,2mm. Dans le Centre-Ouest et le Centre-Est du bassin (Mbour, Sud de Diourbel, régions de Fatick, Kaolack, Kaffrine et Tambacounda), la pluviométrie moyenne varie entre 516,6 et 737,3mm. Les localités Nord (Thiès, Diourbel, Linguère et Louga) sont les moins arrosées, avec en moyenne 295,5 à 516,3mm.

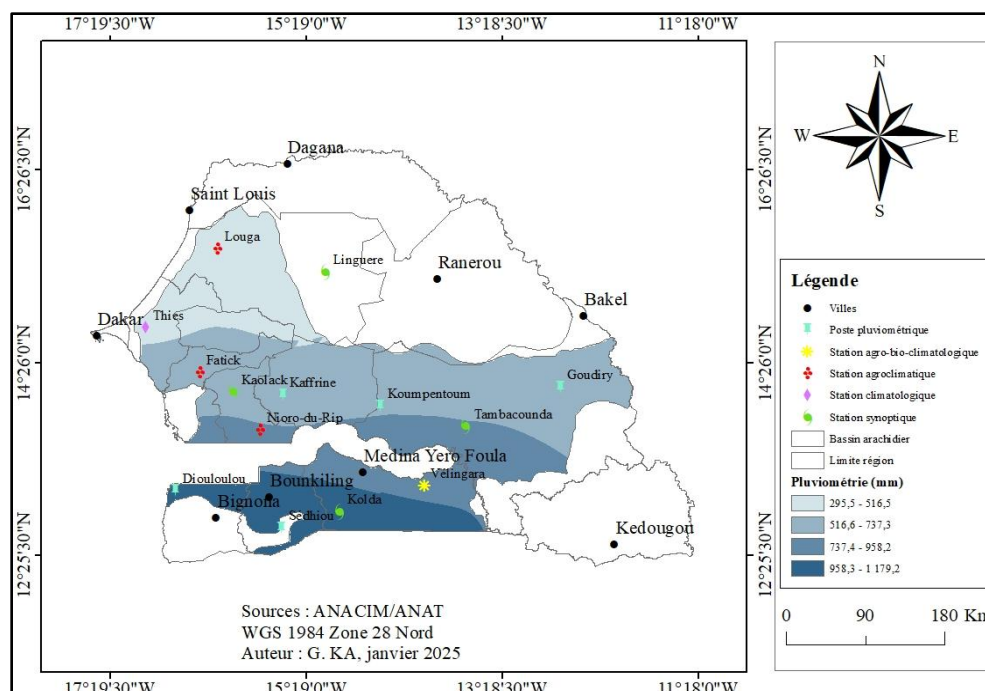


Figure 5 : Evolution spatiale du cumul pluviométrique saisonnier de 1950 à 2022 dans le Bassin arachidier

Variabilité interannuelle du cumul pluviométrique saisonnier

L'analyse de l'évolution interannuelle du cumul pluviométrique saisonnier dans le Bassin arachidier entre 1950 et 2022 montre que les pluies qui étaient abondantes durant les années 1950-1960 ont observé une baisse au court des années 1970-1990 avant de connaître une légère augmentation à partir des années 2000 (Figure 6). De manière générale, il apparaît une évolution en dents de scie des cumuls pluviométriques annuels. Durant les années 1950-1960, les maxima pluviométriques avaient dépassé 600 mm au Nord, 1000 mm au Centre-Ouest et Centre-Est et 1400 mm au Sud du bassin, tandis que les minima pluviométriques variaient entre 200 et 400 mm au Nord, 400 et 600 mm au Centre-Ouest et Centre-Est et 600 et 1000 mm au Sud. Pendant la période 1970-1990, les maxima pluviométriques tournaient autour de 400 mm au Nord, 700-800 mm au Centre-Ouest et Centre-Est, 800 et 1100 mm au Sud et les minima pluviométriques autour de 200 mm au Nord, 200 et 400 mm au Centre-Ouest et Centre-Est et 700 mm au Sud du Bassin arachidier. A partir des années 2000, les totaux pluviométriques saisonniers les plus élevés ont atteint 600 mm au Nord, 900 mm au Centre-Ouest et Centre-Est et 1400 mm au Sud. En revanche, les totaux les plus faibles tournaient autour de 300 mm au Nord, 400 mm au Centre-Ouest et Centre-Est et 700 mm au Sud du Bassin arachidier.

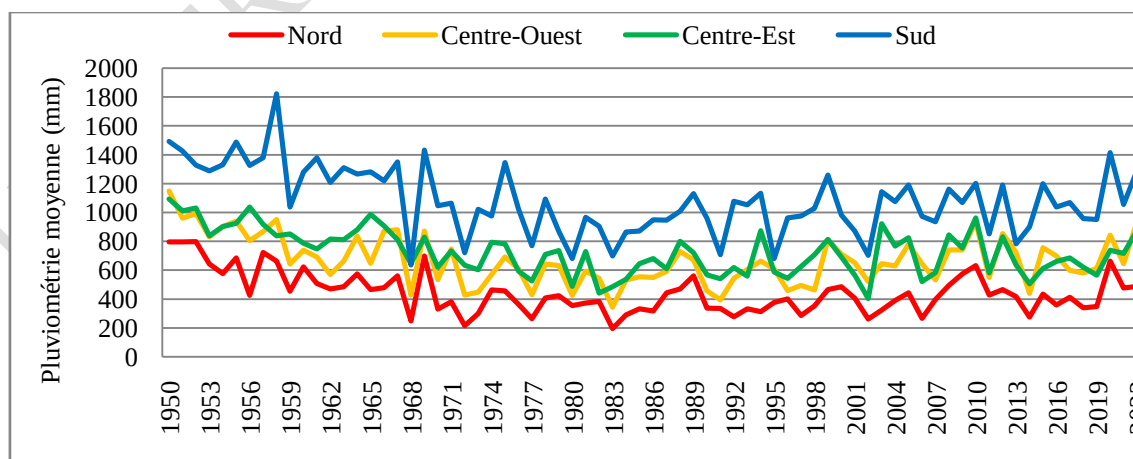


Figure 6 : Variation interannuelle des cumuls pluviométrique dans le Bassin arachidier de 1950-2022

Variabilité spatiale de la longueur de l'hivernage

L'analyse de l'évolution spatiale de la longueur de la saison des pluies dans le Bassin arachidier entre 1950 et 2022 montre que la durée moyenne de l'hivernage varie entre 76 et 146 jours suivant le gradient Nord-Sud (Figure 7). Au Nord, la longueur moyenne de la saison des pluies a dépassé rarement trois mois sur la période d'étude variant entre 76 et 93 jours. Elle a fluctué entre 93 et 111 jours au Centre-Nord (Mbour, Fatick, Diourbel, Nord de Kaolack et Kaffrine) tandis qu'au Centre-Sud et Centre-Est (Foundiougne, Nioro, Kaffrine, Koumpentoum et Goudiry), elle a duré entre 111 à 129 jours. La longueur de l'hivernage est plus importante au Sud du bassin notamment sur l'axe Sédhiou, Kolda, Vélingara et Tambacounda où elle se situe entre 129 et 146 jours.

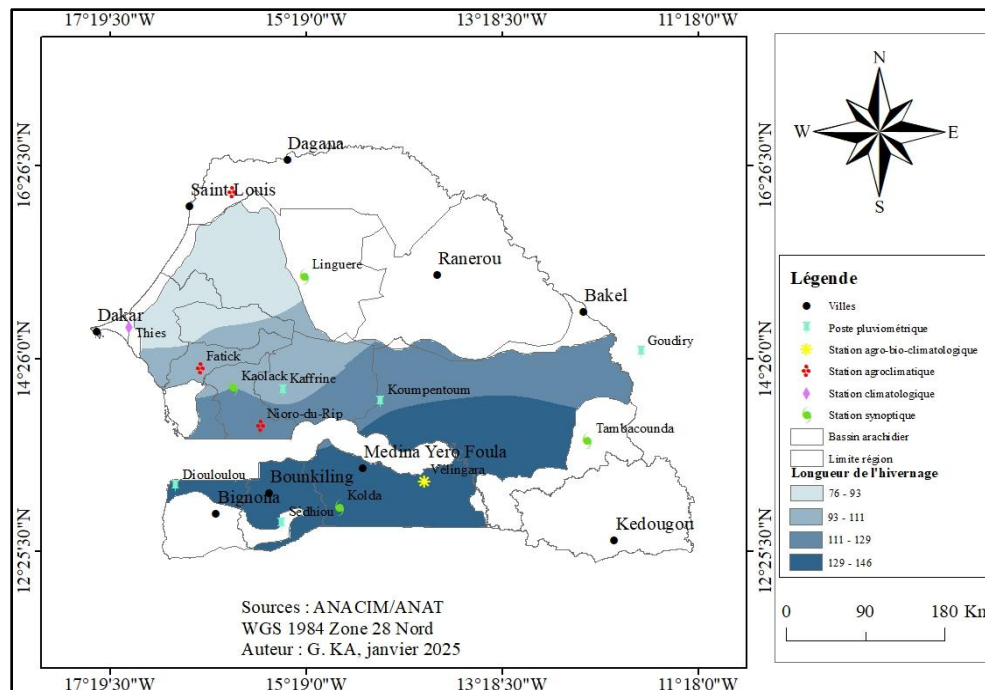


Figure 7 : Variabilité spatiale de la longueur de l'hivernage dans le Bassin arachidier entre 1950 et 2022

Variabilité interannuelle de la longueur de l'hivernage

L'analyse de la figure 8 laisse apparaître une forte variabilité interannuelle de la durée de la saison des pluies entre 1950 et 2022 dans le Bassin arachidier. Dans l'ensemble, de longs hivernages ont été observés durant la période humide des années 1950, 1960 et post 2000. En revanche, des hivernages courts ont dominé la phase sèche des années 1970 à 1990. A titre illustratif, le Nord du Bassin arachidier où la durée de l'hivernage était entre 129 et 77 jours de 1950 à 1969 a connu des hivernages de 57 et 49 jours en 1976, 1977 et 1994 et des hivernages de 97 et 98 jours en 2000, 2009 et 2010. Au Centre-Ouest (151 jours en 1951) et Centre-Est (161 jours en 1952), la durée de l'hivernage a atteint 57 et 54 jours en 1976 et 1977 au (Centre-Ouest) et 71 et 65 jours en 1977 et 1982 (au Centre-Est) avant de remonter à 97 jours en 2009 et 2010 au Centre-Ouest et 122 et 129 jours en 2008 et 2010 au Centre-Est. Enfin au Sud, de 172 et 176 jours en 1950 et 1951, la longueur de l'hivernage a atteint 113, 114 et 115 jours en 1980, 1991, 1995 et 126 et 135 jours en 2008 et 2022.

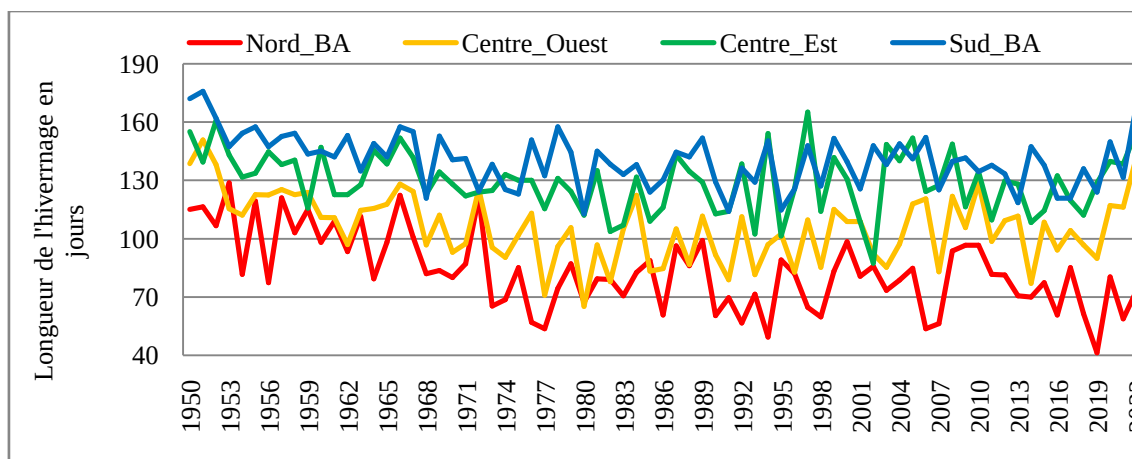


Figure 8 : Evolution interannuelle de la longueur de l'hivernage dans le Bassin arachidier entre 1950 et 2022

Variabilité spatiale des séquences sèches

L'analyse de l'évolution spatiale des plus longues séquences maximales entre 1950 et 2022 montre que celles-ci varient en moyenne entre 10 et 15 jours (Figure 9). De façon générale, les séquences sèches augmentent au fur et à mesure qu'on remonte vers le Nord de la zone d'étude. Elles sont plus faibles au Sud (entre Kolda, Sédhio, Vélingara et l'extrême Sud de la région de Tambacounda) où elles fluctuent entre 10 et 11 jours. Elles sont comprises entre 11 et 12 jours dans la grande partie des régions du Centre (Fatick, Kaolack, Kaffrine et Tambacounda) et entre 12 et 14 jours au Nord de Fatick, Kaolack, Koumpentoum, Mbour et Diourbel. Les séquences sèches maximales moyennes sont plus importantes au Nord (départements de Thiès, Tivaouane, Kébémér, Linguère et de Louga) où elles varient entre 14 et 15 jours.

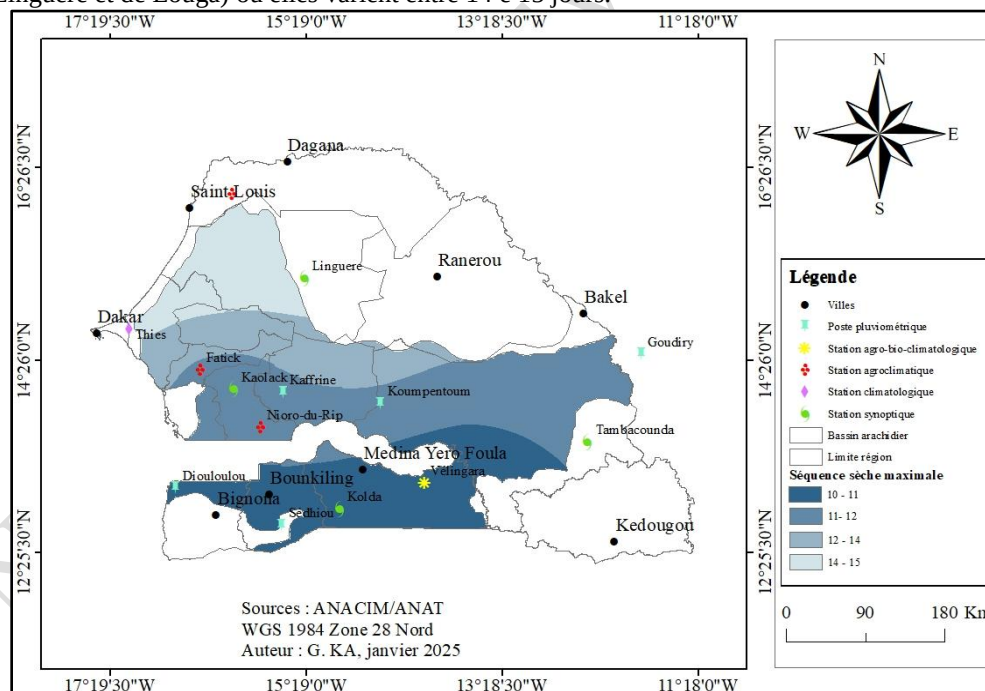


Figure 9 : Variabilité spatiale des séquences sèches moyennes dans le Bassin arachidier entre 1950 et 2022

Variabilité interannuelle des séquences sèches

La figure 10 met en évidence une forte variabilité interannuelle des séquences sèches entre 1950 et 2022. Globalement, les moyennes maximales ont dépassé partout 15 jours. Des séquences record ont été même répertoriées au Nord en 1972 (27 jours), 1983 et 1997 (25 jours) ; au Centre-Ouest en 1972, 1977 et 1992 (21 et 22 jours) et au Centre-Est en 1980 et 1981 (30 et 23 jours). Il est important de souligner qu'aucune décennie n'est épargnée par ces phénomènes. Dès les années 1950-1960 des séquences de 15 à 17 jours ont été observées au Nord

notamment en 1956 et 1968, au Centre-Est en 1954 et 1962 et au Centre-Ouest en 1959. De même, des épisodes notables apparaissent à partir des années 2000 : 20 jours en 2002, 19 jours en 2018 et 2019 au Nord ; 15 jours en 2018 et 2002 au Centre-Ouest et 25 jours en 2014 et 2021. Au Sud, les valeurs des séquences maximales restent modérées bien que des durées supérieures à 15 jours aient été enregistrées à plusieurs reprises notamment en 1972, 1974, 1995, 1997, 2002 et 2001.

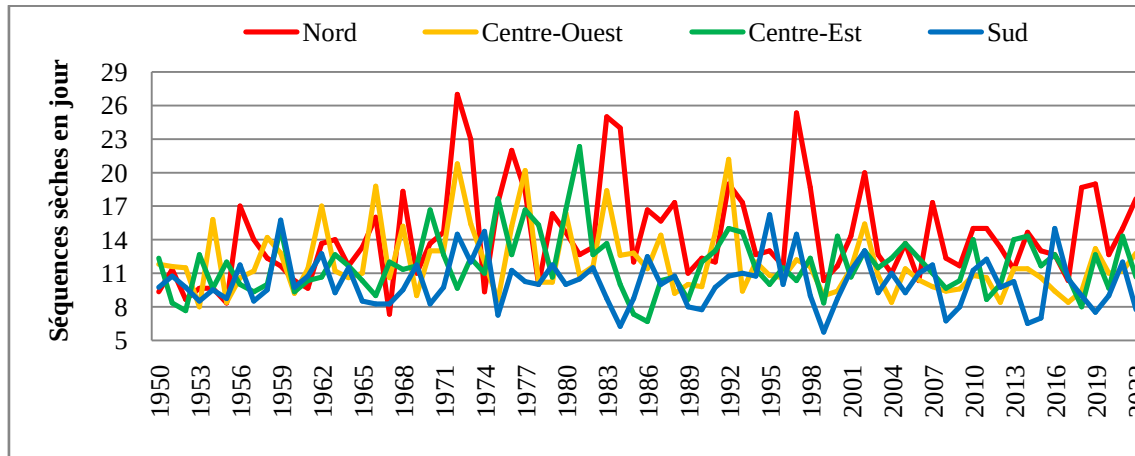


Figure 10 : Evolution interannuelle des séquences sèches maximales dans le Bassin archidier entre 1950 et 2022

Variabilité spatiale du nombre de jour de pluie

En moyenne le nombre de jours de pluies a varié entre 20 à 62 jours suivant le gradient Nord-Sud sur période 1950-2022 (Figure 11). De façon générale, le Nord qui reçoit les plus faibles totaux pluviométriques, affiche le plus faible nombre de jours de pluie, compris entre 20 et 30 jours entre Louga, Linguère, Thiès et au Nord de Diourbel. Dans le Centre-Ouest (Mbour, Fatick, Kaolack, Kaffrine) et une partie du Centre-Est (Koumpentoum et Goudiry) le nombre de jours de pluie varie entre 30 et 41 jours. Plus au Sud, dans les localités proches de la frontière gambienne (Foundiougne, Nioro et extrême sud de Kaffrine) ainsi qu'une grande partie de la région de Tambacounda, les jours de pluie ont fluctué entre 41 et 51 jours. Enfin les jours pluvieux ont oscillé entre 52 et 62 jours au Sud du Bassin notamment sur l'axe Sédhiou, Kolda et Vélingara où il est plus important.

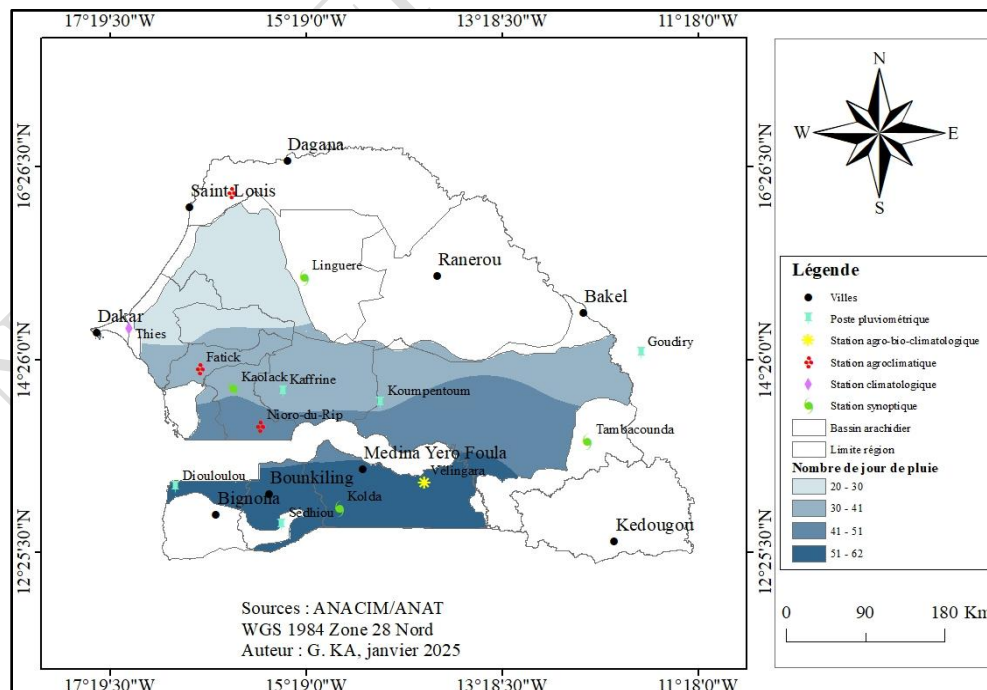


Figure 11 : Variabilité spatiale du nombre de jours de pluie dans le Bassin archidier entre 1950 et 2022

Variabilité interannuelle du nombre de jour de pluie

Au niveau temporel également, le nombre de jours de pluie a connu d'importantes fluctuations interannuelles entre 1950 et 2022 (Figure 12). Globalement, les jours de pluie qui étaient important durant les années 1950-1960 ont connu une baisse au cours des années 1970-1980 dans tout le bassin, puis une augmentation à partir de 2000. Ainsi au Nord, le nombre de jours de pluie saisonnier est passé de 48 jours en 1950 à 17 jours en 1972, puis à 43 jours en 2022. Au Centre-Ouest, de 58 jours en 1951, les jours de pluie ont diminué jusqu'à 25 jours en 1983 avant d'atteindre 56 jours en 2022. Au Centre-Est, le nombre de jours de pluie est passé de 65 jours en 1950 à 29 jours en 1983 avant de remonter jusqu'en 54 jours en 2022. Au Sud, il passe de 77 jours en 1950 à 43 jours en 1980 avant de revenir à 73 jours en 2022.

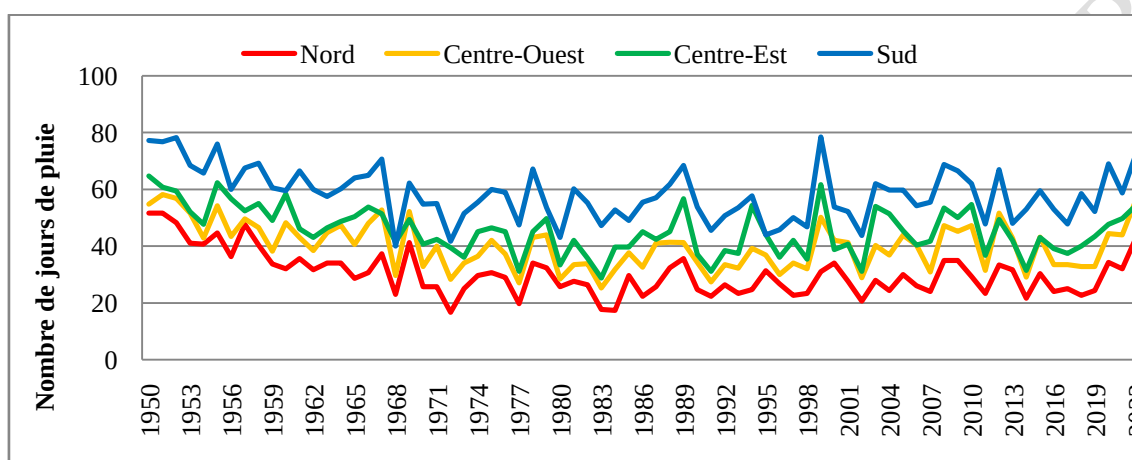


Figure 12 : Evolution interannuelle du nombre de jours de pluie dans le Bassin arachidier entre 1950 et 2022

Détection des ruptures dans les séries pluviométriques à l'échelle du Bassin arachidier

L'application du test non paramétrique de Pettitt a permis de mettre en évidence des ruptures significatives dans l'évolution des séries pluviométriques à l'échelle du Bassin arachidier. Deux points de changement ont été identifiés : la première en 1967, avec un niveau de confiance de 95% et la seconde en 1998, avec un niveau de confiance de 90%. Ces ruptures marquent des transitions importantes dans la dynamique des précipitations régionales et constituent des points de bascule qui influencent directement la durée de l'hivernage, la distribution des pluies et par conséquent les conditions de production agricole dans le Bassin arachidier.

Tendance des précipitations saisonnières avant et après rupture

L'analyse comparative des sous périodes mises en exergue par le test de Pettitt a permis de mieux caractériser l'évolution des hauteurs de pluies saisonnières dans le Bassin arachidier. Globalement, une baisse notable des précipitations a été notée dans tout le bassin après la première rupture (Figure 13).

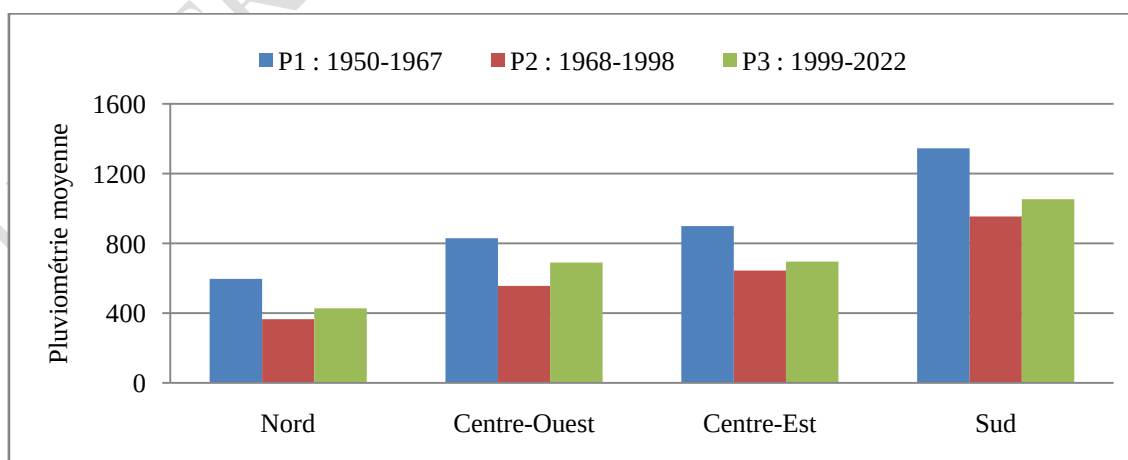


Figure 13 : Variation moyenne annuelle du cumul pluviométrique saisonnier entre les sous périodes

De l'analyse de la figure, la baisse est plus importante entre la sous période humide (1950-1967) et la sous période sèche (1968-1998). Elle est de 38,2% au Nord ; 31,1% au Centre-Ouest ; 27,1% au Centre-Est et 26,9% au Sud. Au début des années 2000, une augmentation du cumul pluviométrique saisonnier est notée sur pratiquement tout le bassin. Ainsi, par rapport à la moyenne de la sous période sèche (P2), on note une hausse pluviométrique d'environ 17,9% au Nord, 22,6% au Centre-Ouest, 7,1% au Centre-Est et 8,7% au Sud du bassin. Cette tendance de la pluviométrie entre P1 et P2 et entre P2 et P3 est confirmée par les résultats du test de Student qui montrent une différence significative ($p\text{-value} < 0,01$) entre les sous périodes humide (P1) et sèches (P2) dans tout le bassin et entre la sous période sèche (P1) et la période de retour des pluies (P3) au Centre-Ouest (Tableau 3).

Tableau 3 : Résultats du test de Student sur la comparaison des moyennes pluviométriques entre les sous périodes

Bassin arachidier	Comparaison	Test de Student
Nord	P1 versus P2	$1,003 \times 10^{-6}^{**}$
	P2 versus P3	0,146
Centre-Ouest	P1 versus P2	$1,656 \times 10^{-6}^{**}$
	P2 versus P3	0,0005133 ^{**}
Centre-Est	P1 versus P2	$2,546 \times 10^{-9}^{**}$
	P2 versus P3	0,2004
Sud	P1 versus P2	$6,371 \times 10^{-7}^{**}$
	P2 versus P3	0,07549

(*) Significative (seuil de 5%) ; (**) Très significative (seuil de 1%)

Tendance des dates de début et de fin de l'hivernage avant et après rupture des précipitations

La comparaison des moyennes des dates de début et de fin de l'hivernage par rapport aux ruptures pluviométriques laisse apparaître une nette fluctuation de celles-ci entre les différentes sous périodes. Pour ce qui est des dates de début (Figure 14), elles sont devenues tardives après la sous période humide (1950-1967) dans tout le bassin.

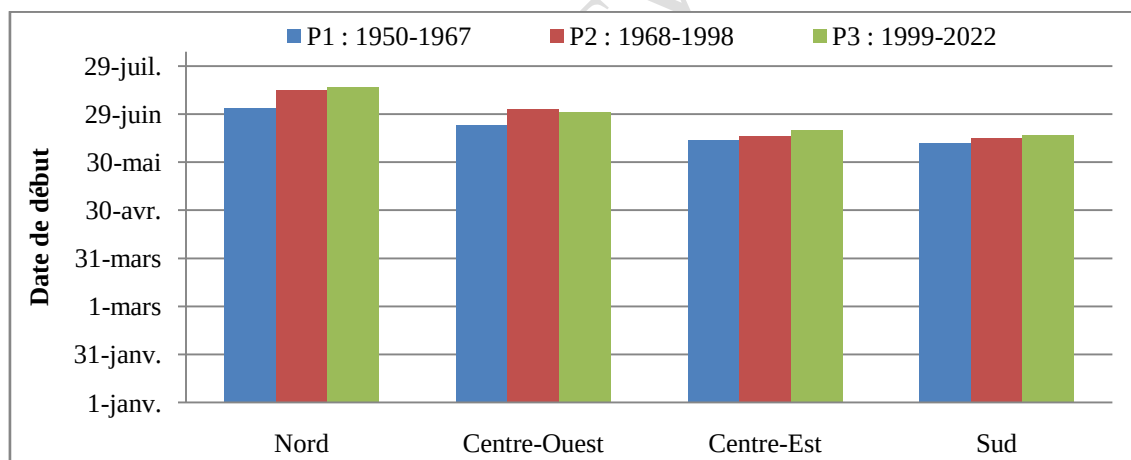


Figure 14 : Variation moyenne annuelle des dates de début de l'hivernage entre les sous périodes

Au Nord, la date moyenne de début de l'hivernage passe du 3 juillet durant la sous période humide (P1) au 14 juillet pendant la sous période sèche (P2). Au Centre-Ouest, du 22 juillet avant la rupture, le début de l'hivernage se retrouve au 2 juillet après la sous période humide. Au Centre-Est, elle passe du 13 juin au 15 juin après la période humide. Au Sud, la date de début de l'hivernage est passée du 11 juin avant la rupture au 14 juin après la sous période humide. A partir de 2000, une légère amélioration de celles-ci est notée seulement au Centre-Ouest du bassin où elle est passée du 2 juillet au 30 juin. Les résultats du test de Student sur la significativité des moyennes des dates de début de l'hivernage entre les sous périodes sont mentionnés dans le tableau 4.

Tableau 4 : Résultats du test de Student sur la comparaison des moyennes des dates de démarrage de l'hivernage entre les sous périodes

Bassin arachidier	Comparaison	Test de Student
Nord	P1 versus P2	0,00235**
	P2 versus P3	0,6653
Centre-Ouest	P1 versus P2	0,0005834**
	P2 versus P3	0,5234
Centre-Est	P1 versus P2	0,8102
	P2 versus P3	0,2172
Sud	P1 versus P2	0,2145
	P2 versus P3	0,6498

(*) Significative (seuil de 5%) ; (**) très significative (seuil de 1%)

Une différence très significative des moyennes des dates de début entre P1 et P2 est seulement observée au Nord (p-value=0,00235) et au Centre-Ouest (p-value=0,0005834) du Bassin arachidier avec un décalage respectif de 11 et 10 jours. Concernant les dates de fin de l'hivernage, elles sont devenues précoces depuis la fin des années 1960 (Figure 15).

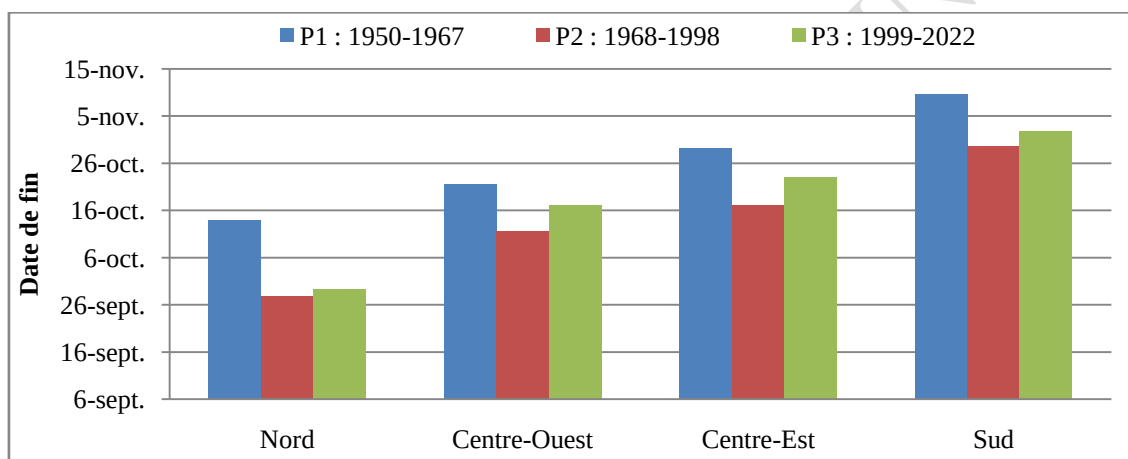


Figure 15 : Variation moyenne annuelle des dates de fin de l'hivernage entre les sous périodes

La date de fin de l'hivernage est passée respectivement du 13 octobre au 27 septembre au Nord du Bassin arachidier, du 21 octobre au 11 octobre au Centre-Ouest, du 29 octobre au 17 octobre au Centre-Est et du 9 novembre au 29 octobre au Sud. Cependant, à partir de 2000 un léger retard de la fin de l'hivernage par rapport à la période P2 est observé dans toute la zone. Ce retard est de 2 jours au Nord, 6 jours au Centre-Ouest et Centre-Est et 4 jours au Sud. Statistiquement, une différence significative au seuil de 1% des dates moyennes de fin l'hivernage a été observée entre les sous périodes humides (P1) et sèches (P2) dans tout le bassin (Tableau 5).

Tableau 5 : Résultats du test de Student sur la comparaison des moyennes des dates de fin de l'hivernage entre les sous périodes

Bassin arachidier	Comparaison	Test de Student
Nord	P1 versus P2	9,496e-07**
	P2 versus P3	0,4845
Centre-Ouest	P1 versus P2	0,0003257**
	P2 versus P3	0,0829
Centre-Est	P1 versus P2	5,798e-05**
	P2 versus P3	0,2729
Sud	P1 versus P2	3,302e-06**
	P2 versus P3	0,1468

(*) Significative (seuil de 5%) ; (**) Très significative (seuil de 1%)

Tendance de la longueur de l'hivernage avant et après les ruptures

La figure 16 illustre l'évolution moyenne de la durée de l'hivernage avant et après les ruptures des précipitations dans le Bassin arachidier. Globalement une diminution de la longueur de l'hivernage après la sous période humide (P1) a été notée dans tout le milieu d'étude. Toutefois, la baisse est plus importante au Nord et au Centre-Ouest du bassin où elle est de 29 et 26 jours contrairement au Centre-Est et au Sud où elle est de 14 et 17 jours. Entre la période sèche (P2) et la sous période de retour des pluies (P3), excepté le Nord, où la longueur moyenne de l'hivernage n'a pas évolué, une légère augmentation a été notée dans les autres zones. Cette augmentation est de 10 jours au Centre-Ouest où elle est plus importante.

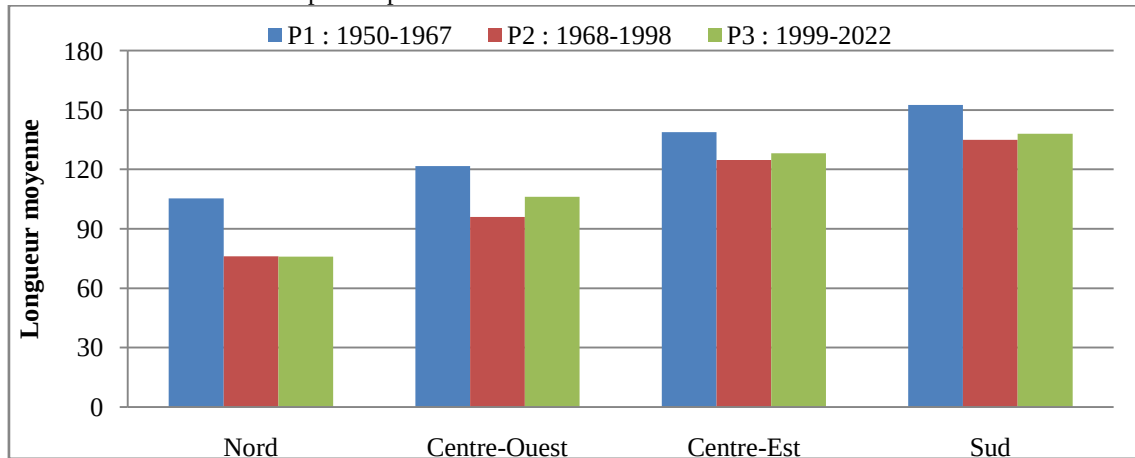


Figure 16 : Evolution moyenne annuelle de la longueur de l'hivernage entre les sous périodes

Ainsi, les résultats du test de Student montrent une différence significative (seuil de 1%) des moyennes de la longueur de l'hivernage au Nord, au Centre-Ouest et au Centre-Est entre P1 et la P2 et au Centre-Ouest entre P2 et P3 (Tableau 6).

Tableau 6 : Résultats du test de Student sur la comparaison des moyennes de la durée de l'hivernage entre les sous périodes

Bassin arachidier	Comparaison	Test de Student
Nord	P1 versus P2	5,181e-07**
	P2 versus P3	0,9742
Centre-Ouest	P1 versus P2	2,777e-07**
	P2 versus P3	0,02464**
Centre-Est	P1 versus P2	0,001423**
	P2 versus P3	0,5795
Sud	P1 versus P2	6,593e-05**
	P2 versus P3	0,5385

(*) Significative (seuil de 5%) ; (**) Très significative (seuil de 1%)

Tendance des séquences sèche avant et après les ruptures

Globalement, une augmentation modérée des pauses pluviométriques a été notée dans tout le bassin après la période humide de 1950-1967 (Figure 17). Celle-ci est estimée à environ 4 jours au Nord, 1 et 2 jours au Centre et au Sud entre la période humide (P1) et la période sèche (P2). En revanche, le retour des pluies amorcé à partir 2000, s'est accompagné d'une réduction de 2 jours des pauses pluviométriques au Nord et au Centre-Ouest du bassin et de 1 jour au Centre-Est et au Sud.

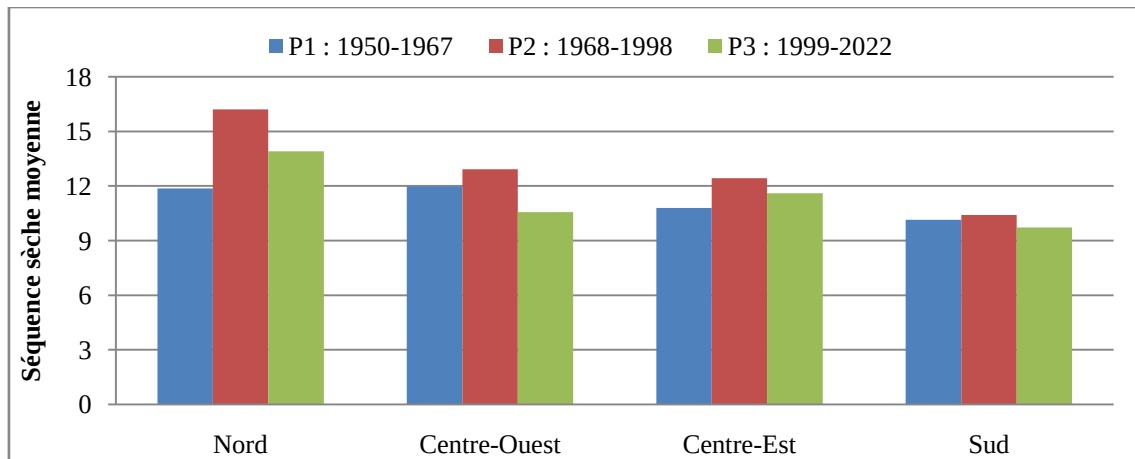


Figure 17 : Evolution moyenne annuelle des séquences sèches avant et après la rupture dans le Bassin arachidier

Statistiquement, aucune différence significative n'a été notée entre les sous les périodes dans toutes les stations étudiées (Tableau 7).

Tableau 7 : Résultats du test de Student sur la comparaison des moyennes des séquences sèches entre les sous périodes

Bassin arachidier	Comparaison	Test de Student
Nord	P1 versus P2	0,05145
	P2 versus P3	0,06702
Centre-Ouest	P1 versus P2	0,3528
	P2 versus P3	0,1649
Centre-Est	P1 versus P2	0,2705
	P2 versus P3	0,3589
Sud	P1 versus P2	0,2145
	P2 versus P3	0,6498

(*) Significative (seuil de 5%) ; (**) Très significative (seuil de 1%)

Tendance du nombre de jour de pluies avant et après les ruptures

De l'analyse de la figure 18, une diminution du nombre de jours de pluie a été observée partout après la période humide (P1). Cette diminution est de 13 jours au Nord et au Centre-Ouest, 12 jours au Centre-Est et 14 jours au Sud du bassin. Contrairement à la période sèche (P2), une légère augmentation du nombre de jours de pluie a été notée partout durant la phase de retour des pluies (P3). Toutefois, cette augmentation reste limitée et ne dépasse pas 5 jours.

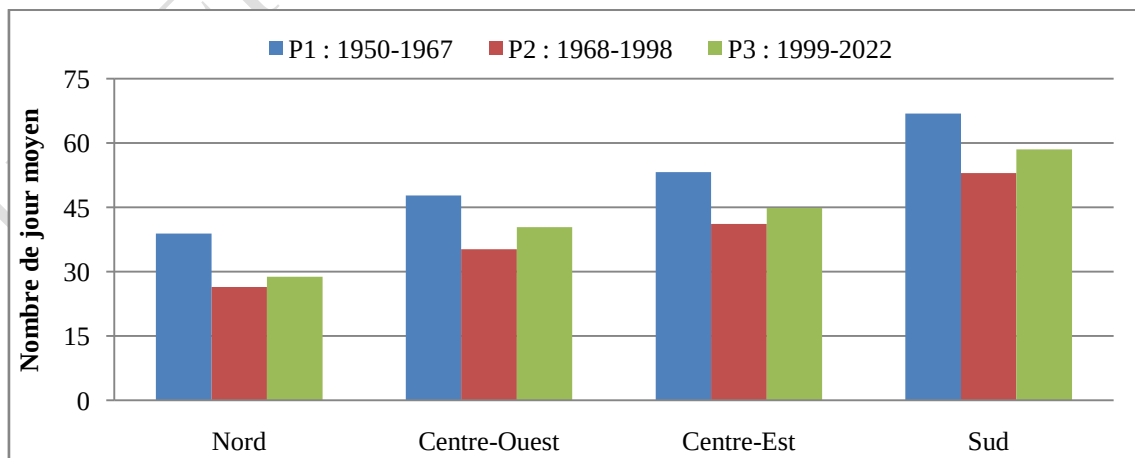


Figure 18 : Comparaison des moyennes du nombre de jours de pluie entre les sous périodes

Statistiquement, une différence très significative des moyennes des jours de pluie est observée au Nord (p-value = 1,018e-06), au Centre-Ouest (p-value = 4,625e-07), au Centre-Est (p-value = 2,006e-06) et au Sud (p-value = 2,006e-07) entre la période humide et la période sèche (Tableau 8).

Tableau 8 : Résultats du test de Student sur la comparaison des moyennes du nombre de jours de pluie entre les sous périodes

Bassin arachidier	Comparaison	Test de Student
Nord	P1 versus P2	1,018e-06**
	P2 versus P3	0,1015
Centre-Ouest	P1 versus P2	4,625e-07**
	P2 versus P3	0,01828
Centre-Est	P1 versus P2	2,006e-06**
	P2 versus P3	0,2044
Sud	P1 versus P2	2,006e-07**
	P2 versus P3	0,6498

(*) Significative (seuil de 5%) ; (**) Très significative (seuil de 1%)

Discussions

Cette étude a mis en évidence la persistance de l'irrégularité des hivernages dans le Bassin arachidier sénégalais entre 1950-2022. Celle-ci se manifeste par une forte variabilité spatiotemporelle des principaux paramètres de la saison agricole tels que les dates démarrage et de fin de l'hivernage, le cumul pluviométrique saisonnier, la durée de l'hivernage, les séquences sèches maximales ainsi que le nombre de jours de pluie qui sont déterminants pour la réussite des campagnes agricoles. Ces constats rejoignent ceux de Traoré et al. (2022) au Mali ; Kouakou et al. (2017) ; N'guessan et Koffie-Bikpo (2025) en Côte d'Ivoire qui mettent en relief une forte instabilité des régimes pluviométriques sahéliennes et soudano-guinéennes au cours des dernières décennies.

A l'image du Sahel Ouest africain, le changement du régime des précipitations observé à la fin des années 1967 dans le Bassin arachidier s'est accompagné d'un démarrage tardif au Nord et au Centre-Ouest et des fins précoces de l'hivernage dans tout le bassin entraînant de plus en plus son raccourcissement et le bouleversement du calendrier agricole. Ce changement s'est traduit aussi par une forte baisse (seuil de 1%) du cumul pluviométrique saisonnier et du nombre de jours de pluie dans tout le bassin, ainsi qu'une augmentation des séquences sèches maximales surtout au Nord. Ces irrégularités affectent directement la qualité des hivernages, les activités agricoles et la sécurité alimentaire des paysans. Ces résultats s'accordent avec plusieurs travaux menés au Sénégal, au Mali, au Bénin, au Niger et en Côte d'Ivoire (Sané et al., 2008 ; Diop, 1996 ; Mahaman et al., 2013 ; Afouda et al., 2014 ; Chédé et al., 2020 ; Kouamé et al. 2022 ; Traoré et al., 2022), qui mettent en évidence la dégradation de la qualité des saisons agricoles depuis plusieurs décennies.

Une phase de reprise des pluies a été amorcée à partir de 1998 à l'échelle du Bassin arachidier entraînant une légère amélioration des conditions agroclimatiques. Toutefois, cette reprise se manifeste davantage sur le cumul pluviométrique saisonnier que sur les autres variables agroclimatiques, même si la situation se normalise un peu plus pour la durée de l'hivernage au Centre-Ouest et la fin de saison au Centre-Ouest et Centre-Est. Ces résultats concordent avec les travaux de Sanogo et al. (2015) en Afrique de l'Ouest. Ces auteurs soulignent que de la répartition temporelle des pluies demeure un facteur déterminant, parfois plus que les cumuls pluviométriques annuels pour la réussite de la campagne agricole comme l'ont démontré Afouda et al. (2014) au Bénin.

Conclusion

En définitive, les résultats de cette étude montrent que le Bassin arachidier est soumis à de fortes irrégularités intra-saisonnières des paramètres agroclimatiques. En plus des dates de début et de fin de l'hivernage très instables, le milieu fait face à une forte variabilité spatio-temporelle du cumul pluviométrique saisonnier, de la durée de l'hivernage, du nombre de jours de pluies et des séquences sèches. Ainsi, il est important de souligner que le Nord et le Centre-Ouest du bassin sont plus affectés par ces fluctuations des paramètres agroclimatiques. En effet, même si la situation a été plus accentuée durant la période sèche, une légère amélioration des conditions agroclimatiques a été notée à la fin des années 1990 en dehors des dates démarrage de l'hivernage qui restent toujours tardives. Cependant, avec la forte dépendance de l'agriculture familiale à la pluviométrie, ces irrégularités contribuent à la dégradation de la qualité de la saison des pluies, affectant ainsi directement les activités agricoles et la sécurité alimentaire. Face à cette situation, il serait essentiel de connaître et d'intégrer les perceptions paysannes des modifications interannuelles et intra-saisonnières des conditions climatiques ainsi que les savoirs endogènes dans la recherche d'alternatives d'adaptation face aux mutations climatiques.

Remerciements : -

Les auteurs remercient l'Agence Nationale de l'Aviation Civile et de la Météorologie (ANACIM) pour la disponibilité des données.

Références bibliographiques

1. Afouda, F., Salako, P. M. A., et Yabi, I. (2014). Instabilité intra-saisonnière des pluies de la grande saison agricole dans la commune de kétou au Bénin. *Revue de géographie du laboratoire Leïdi*-ISSN, 0851-2515.
2. Chédé, D. F., Yabi, I., Houndénou, C. (2020). Variabilité intra-saisonnière de la grande Saison Pluvieuse dans le Sud-Bénin. *European Scientific Journal*, 16 (6) (Print) e - ISSN 1857- 7431. DOI : <https://doi.org/10.19044/esj.2020.v16n6p300>
3. Diop, M. (1996). A propos de la durée de la saison des pluies au Sénégal. *Sécheresse*, vol.7, pp.7-15.
4. Gueye, M. et Sivakumar, M.V.K. (1992). Analyse de la longueur de la saison culturale en fonction de la date de début des pluies au Sénégal. ICRISAT, Niamey, 42 pages.
5. Harvey, C., Z. Rakotobe, N. Rao, R. Dave, R. Razafimahatratra, R. Rabarijohn, H. Rajaofara & MacKinnon J.L (2014). Extreme vulnerability of smallholder farmers to agricultural risks and climate change in Madagascar, *Philosophical transactions of royal society*, 369, PP. 2-22, DOI: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2013.0089>
6. Kabore, P. N., Ouedraogo, A., Sanon, M., Yaka, P. et Some, L. (2017). Caractérisation de la variabilité climatique dans la région du centre-nord du Burkina Faso entre 1961 et 2015, *Climatologie*, vol, 14, 82-95. 14 : 82–94. DOI : <https://doi.org/10.4267/climatologie.126>
7. Kasongo, N., Mosombo N. (2017). Perception paysanne des impacts de la variabilité climatique autour de la station de l'INERA/Kipopo dans la province du Katanga en République Démocratique Congo, *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement*, Volume 17 (3) décembre 2017, DOI : <https://doi.org/10.4000/vertigo.18873>
8. Kouakou, K.E., Kouassi, A.M., Kouadio, Z.A., Zoura, B.J., Goula, B.T.A. & Savane, I. (2017). Characterization of the rainy seasons in context of climate change: Case of Sassandra watershed (Côte d'Ivoire). *Environmental and Water Sciences, Public Health & Territorial Intelligence Journal*, 1(1), 1–10. DOI : <https://doi.org/10.48421/IMIST.PRSM/ewash-ti-v1i1.7582>
9. Kouamé, K. R., Kouao, N. S. R., & Adou, G. A. (2022). Climatic variability and agricultural season: Analysis of the evolution of essential agroclimatic parameters in Central East Côte d'Ivoire. *International Journal of Environmental & Agriculture Research (IJOEAR)*, 8(3), 34–43.
10. Lemarchand, O., et Jeannée, N. (2009). Méthodes de cartographie et approche géostatistique : La cartographie de la pollution au dioxyde d'azote en Alsace. *Cahier des thèmes transversaux ArScAn*, Vol. IX, Thème VII – Méthodes de cartographie et approche géostatistique, 203–214. Nanterre.
11. Mahaman, K., Barage, M., Balla, A., Adam, T., Yamba, B. (2013). Influence des fluctuations pluviométriques sur la saison agricole dans la zone géographique de Mayahi et Aguié au Niger. *Rev. CAMES - Série A*, 12 (2) : 170-175.
12. N'Guessan, M. J. J. S., & Koffie-Bikpo, C. Y. (2025). Impact de la variabilité pluviométrique sur les rendements des cultures vivrières dans la région du Folon (Côte d'Ivoire). *Revue Internationale de la Recherche Scientifique (Revue-IRS)*, 3(4), 3478–3484. DOI : <https://doi.org/10.5281/zenodo.15869462>
13. Niang A.J. (2008). *Les processus morphodynamiques, indicateurs de l'état de la désertification dans le Sud-Ouest de la Mauritanie. Approche par analyse multisource*. Thèse de Doctorat, Université de Liège (Belgique), 286 p.
14. Noufé, D., Mahé G., Kamagaté, B., Servat, E., Goula B., Cravate, A. et Savané, I (2015). Climate change impact on agricultural production: the case of Comoe River basin in Côte d'Ivoire. *Hydrologie. Sci j.* 60 (11), 1972 - 1983. DOI : [10.1080/02626667.2015.1032293](https://doi.org/10.1080/02626667.2015.1032293)
15. Paturel, J.E., Servat, E., Lubes-Niel, H., Kouame, B., Travaglio, M., Lubes, H., Marieu, B. et Masson, J.M. (1998). Variabilité des régimes pluviométriques et hydrologiques en cette fin de siècle en Afrique de l'Ouest et centrale non sahélienne. *Sud-Sciences et Technologies*, vol. 2, p. 44-52.
16. Sanogo, S., Fink A.H., Omotosho, J.A., BA A., Redl, R., et Ermert, V. (2015). Spatio-temporal characteristics of the recent rainfall recovery in West Africa. *International Journal of Climatology*, 35 : 4589–4605. DOI : <https://doi.org/10.1002/joc.4309>
17. Sané, T., Diop, M., & Sagna, P. (2008). Étude de la qualité de la saison pluvieuse en Haute-Casamance (Sud Sénégal). *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 19(1), 23-28.
18. Sivakumar, M.V.K. (1992). Empirical analysis of dry spells for agricultural applications in West Africa, *Journal of Climate*, 5 pp 532-9.