



INCIDENCES DE LA VARIABILITÉ PLUVIOMÉTRIQUE SUR LES RENDEMENTS AGRICOLES DANS LE DÉPARTEMENT DE MAYO DALLAH (TCHAD)

IMPACTS OF RAINFALL VARIABILITY ON AGRICULTURAL YIELDS IN THE DEPARTMENT OF MAYO DALLAH (CHAD)

Antoine De Padoue **NSEGBE** – Éloge **REOUNODJI**

RÉSUMÉ

Dans le Mayo Dallah au Tchad, l'oscillation des pluies se manifeste par la fréquence des phénomènes extrêmes (sécheresses et inondations) qui affectent les besoins en eau nécessaires à la croissance du maïs et de l'arachide. Le présent article analyse l'impact de la variabilité pluviométrique sur la productivité de ces deux spéculations dans ce terroir. La variabilité interannuelle décennale et saisonnière des précipitations est mesurée à partir des données pluviométriques de 1990 à 2021. L'indice pluviométrique standardisé (IPS), calculé à partir de ces données a été corrélé avec les rendements pour en établir les liens. Les perceptions paysannes et les conséquences des fluctuations pluviométriques ont été déterminées à partir d'une enquête auprès de 120 agriculteurs. Les résultats obtenus montrent une tendance à la stabilité pluviométrique, mais très marquée par de profondes disparités. L'IPS a en effet montré des valeurs comprises entre - 1,71 et + 2,89. Elles équivalent non seulement aux années de

fortes sécheresses (2004, 2005 et 2009), mais aussi aux périodes humides sévères qui correspondent aux années d'inondation (1991, 1994, 2012 et 2020). La mise en relation des rendements avec les pluies de la saison de croissance des cultures présente une corrélation positive avec un niveau de signification supérieur à 0,05. La courbe de productivité du maïs est croissante, même si cette croissance se présente en dents de scie, suivant l'évolution de la pluviométrie. Par contre, celle de l'arachide est déclinante, malgré l'allure progressive de la pluie. Ces fortes fluctuations des rendements agricoles sont exacerbées par l'appauvrissement des sols et une mauvaise articulation des opérations de cultures dont les effets cumulés contribuent à accroître la baisse des rendements.

Mots-clés : variabilité pluviométrique, rendements, production agricole, Mayo Dallah, Tchad

ABSTRACT

In the Mayo Dallah Division of Chad, rainfall oscillation is manifested by an increasing frequency of extreme phenomena (droughts and floods) which affect the water requirements necessary for the growth of maize and groundnut. This article analyzes the impact of rainfall variability on the productivity of these two crops in this region. The decadal, seasonal and inter-annual variability of rainfall is established using rainfall data from 1990 to 2021. The Standardized Rainfall Index (SPI), calculated from the data set, was correlated with yields to establish the links. Perceptions and consequences of rainfall fluctuations were determined from a survey of 120 farmers. Results show a rainfall stability trend but marked by deep disparities. The SPI show values between - 1.71 and + 2.89. They correspond not only to years of severe drought (2004, 2005 and 2009), but also to severe wet

periods which correspond to years of flooding (1991, 1994, 2012 and 2020). The relationship between yields and growing season rainfall shows a positive correlation with a level of significance greater than 0.05. The maize productivity curve is increasing according to the evolution of rainfall, even if this growth is jagged. On the other hand, groundnut yield is declining, despite the slight change in rainfall. These fluctuations in crop yields are exacerbated by soil depletion and poor coordination of cropping operations whose cumulative effect contributes to declining yields.

Keywords : Rainfall variability, yields, agricultural production, Mayo Dallah, Chad

INTRODUCTION

La variabilité climatique représente un des nombreux obstacles au développement humain (Boko 1988 : 209 ; Yabi et al., 2011: 19 ; Foguesatto et al., 2018 : 1). D'un milieu à un autre, les conséquences qui en découlent sont nombreuses et sont fonction de la pluviométrie enregistrée. Dans les pays en développement, ces conséquences sont essentiellement d'ordre socio-économique. Elles touchent particulièrement les contextes où l'agriculture, essentiellement pluviale et sans alternative d'irrigation, constitue la principale source d'emplois et de revenus pour la majorité de la population (Boko et al., 2007 : 6 ; Delille 2011 : 16 ; Akindele et al., 2012 : 136).

Le continent africain fait le plus face aux changements climatiques (Djigbe-kete 2013 : 33). Entre la fin des années 1960 et le début des années 1990, une tendance à la baisse du régime des pluies y est observée (Hubert et al., 1989 : 270 ; Mahé et Olivry 1995 : 195 ; Bricquet et al., 1997 : 325-326). En Afrique Centrale, le déficit estimé représente environ 16% des apports interannuels de précipitations durant la décennie 1980, contre 7% au cours de la décennie 1970 (Bricquet et al., 1997 : 328-329 ; Paturel et al., 2003 : 127). Le Tchad dans

son récent passé a connu des phénomènes climatiques extrêmes et récurrents dont les plus rigoureux sont les sécheresses de 1973, 1984 et 1985 et les inondations. Les inondations de 1975, 1998, 2012, 2020 et 2022 ont elles aussi eut de graves conséquences sur la vie des tchadiens. Par ailleurs, l'analyse de la pluviométrie de ces dernières années dans la zone soudanienne du Tchad montre une évolution des conditions pluviométriques pendant les décennies 1990 et 2000 (Réounodji 2022 : 54-57 ; Baohoutou 2007 : 89-94). Cette amélioration cache cependant d'innombrables disparités (Gouataine 2018 : 90). Celles-ci concernent autant le changement dans la fréquence pluviométrique, l'arrêt des pluies pendant les saisons humides, ainsi que la sévérité des saisons sèches. Ces irrégularités ont pour corollaire le décalage de la période des saisons pluvieuses et du raccourcissement de la durée, associées à une plus grande occurrence des déficits hydriques (Noufé et al., 2015: 1975). Cette forte variabilité aussi bien temporelle, spatiale que quantitative des précipitations rend par conséquent les systèmes de productions agricoles plus vulnérables.

Partant de l'examen des données pluviométriques, des données de rendement et de celles issues de l'enquête effectuée auprès de 120 agriculteurs, le présent travail montre les conséquences des irrégularités pluviométriques sur les rendements agricoles dans le Département de Mayo Dallah. Plus

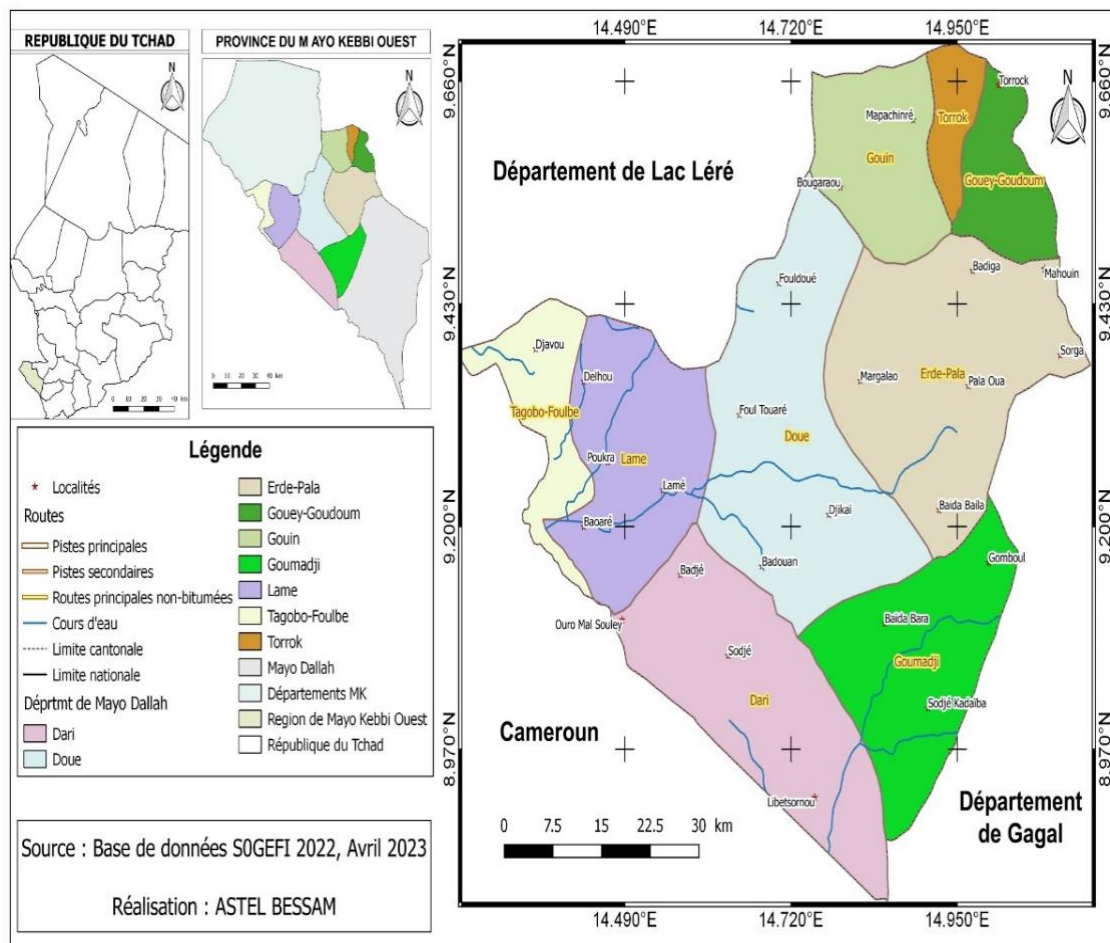
spécifiquement, elle analyse la variabilité temporelle des pluies, la perception paysanne sur les fluctuations pluviométriques et explique les incidences des fluctuations pluviométriques sur la productivité du maïs et de l'arachide.

1. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Situé au sud du Tchad dans la zone soudanienne, le Mayo-Dallah est l'un des quatre départements de la province du

Mayo Kebbi Ouest qu'il couvre d'ouest en est sur environ 4.069 km² (fig. 1).

Fig. 1 : Situation de la zone d'étude

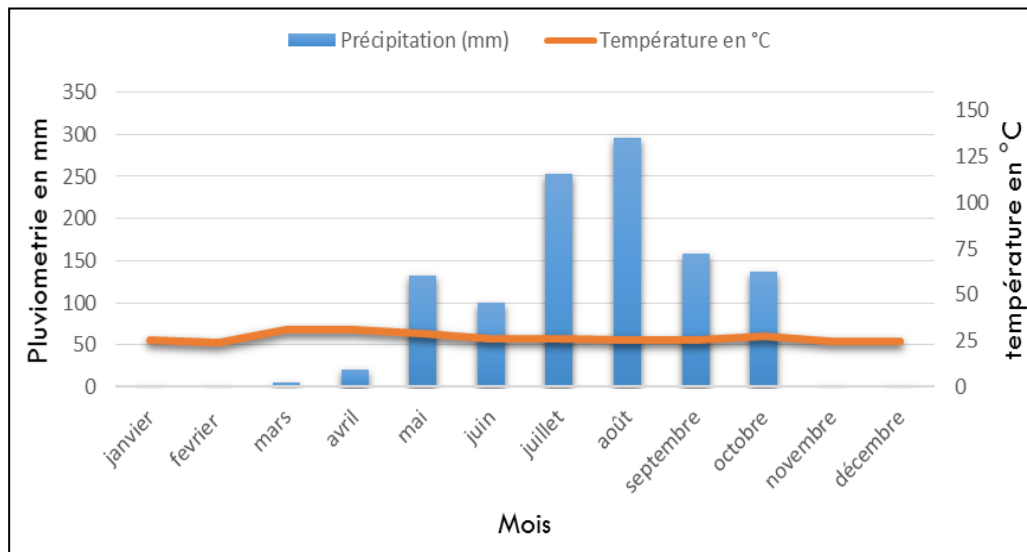


Source : BD SOGEFI, 2022

Le Département s'est développé sur des plateaux faillés (près de la localité de Pala) et sur des plaines s'étendant sur des calcaires, des grès, des latérites et du sable, le long des communes de Lame et de Torrok. Cette diversité géomorphologique justifie la richesse pédologique prononcée des sols de types ferrallitiques, hydromorphes, sablo-limoneux,

argilolimoneux favorables à l'agriculture. Le climat y est tropical avec deux saisons : une saison sèche (octobre à mars) et une saison des pluies (avril à octobre) marquée par une moyenne annuelle de 250 mm de précipitations (fig. 2). La température moyenne maximale oscille autour de 34,9°C et celle minimale, de 22,3°C.

Fig. 2 : Diagramme Ombrothermique de l'année 1996

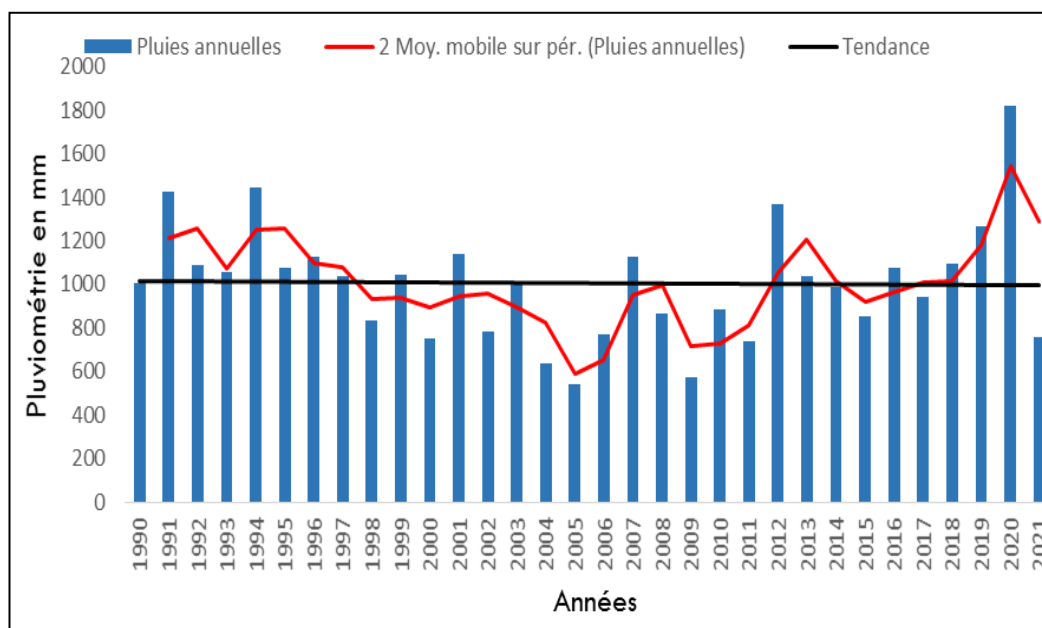


Source : Données DREM et ANADER, 1990-2021

L'évolution interannuelle montre qu'entre 1981 et 2021, les pluies sont constantes et la moyenne pluviométrique de la série est de

1009,44 mm. Les écarts autour de cette moyenne sont peu significatifs, ce qui traduit une tendance à la stabilité (fig. 3).

Fig. 3 : Évolution interannuelle de la pluviométrie dans le Mayo Dallah 1981 à 2021



Source : Données DREM et ANADER, 1990-2021

Ce train d'évolution de la pluviométrie, marqué d'alternances d'années sèches et humides n'est pas sans conséquence sur les activités agricoles pratiquées par les Moundang, Ngambaye, Pévé, Kado/Zimé, Peuls, Moussei et Toupouri. À ces groupes, ajoutons les populations venues du Nord qui se sont sédentarisées dans la région,

principalement des commerçants et des éleveurs arabes, bornouans et hadjarai. Ces groupes représentent 59,3% de la population totale de la province et se caractérisent par une forte croissance démographique (3,9%/an), leur jeunesse (32%) et la prédominance des femmes (54,5%).

2. MÉTHODES

Trois types de données sont mobilisés dans cette étude. Il s'agit des données climatiques, des données de rendement agricole et des données socio-économiques. Les données climatiques issues de la DREM (Direction Nationale des Ressources en Eau et de la Météorologie) et de l'ANADER (Agence Nationale D'Appui au Développement Rural) constituent une série pluviométrique de 32 années consécutives, allant de 1990 à 2021. À partir de ces données, le calcul de l'Indice

Standardisé (IPS) des Précipitations (annuel et décennal) s'est fait à partir de la formule de McKee et al., (1993 : 2) qui a permis d'estimer les conditions humides ou sèches en fonction de la variable de précipitation dans une série chronologique. Le calcul de cet indice a commencé par la détermination de la moyenne ou normale pluviométrique pour la période considérée. L'étape suivante a porté sur le calcul de la variance. L'équation (1) présente le schéma global de calcul de l'indice pluviométrique.

$$IPS = \frac{(Pi - Pm)}{S} \quad (1)$$

Avec :

IPS = Indice Standardisé des Précipitations de l'année considérée

Pi = Cumul de la pluie pour une année i

Px = Moyenne annuelle sur la série considérée

S = écart-type des pluies annuelles.

L'IPS des Précipitations définit la sévérité de la sécheresse. Les valeurs annuelles négatives indiquent une sécheresse par rapport à la période de référence choisie. Les valeurs

positives traduisent une situation humide, à partir des critères de classification de T. McKee et al., (1993 : 2) - (tabl. 1).

Tabl. 1 : Classification des séquences de sécheresse selon l'IPS

VALEURS DE L'IPS	SÉQUENCES DE SÈCHERESSES	VALEURS DE L'IPS	SÉQUENCES HUMIDES
0,00 < IPS < -0,99	Légèrement sèche	0,00 < IPS < 0,99	Légèrement humide
-1,00 < IPS < -1,49	Modérément sèche	1,00 < IPS < 1,49	Modérément humide
-1,50 < IPS < -1,99	Sévèrement sèche	1,50 < IPS < 1,99	Sévèrement humide
IPS < -2,00	Sècheresse extrême	2,00 < IPS	Humidité extrême

Source : McKee et al. (1993 : 2)

Les données de rendements sont acquises à l'ANADER entre 2005 et 2021. Ces données sont corrélées avec la pluviométrie pour saisir l'impact de cette dernière sur la productivité du maïs et de l'arachide. La taille de l'échantillon est déterminée par la méthode du choix raisonné. Les données socio-économiques sont obtenues dans le cadre d'une enquête effectuée auprès de 120 paysans (chefs des ménages), sélectionnés dans cinq villages du département qui représentent des situations agro-écologiques différentes. Les agriculteurs sont choisis parmi les plus anciens dans la profession

d'une part, les plus grands producteurs ayant en leur possession des parcelles de plus de 2 ha d'autre part. En effet, ceux disposant de moins de 2 hectares ne subissent pas les mêmes effets induits par la variabilité pluviométrique. Enfin, le dépouillement et le traitement des données permettent, à partir des logiciels SPSS version 12 et Excel 2016, de traduire les résultats sous forme de tableaux et de graphiques tandis que le logiciel ATLAS.ti servait à la transformation des réponses orales des enquêtés en textes pour être analysés.

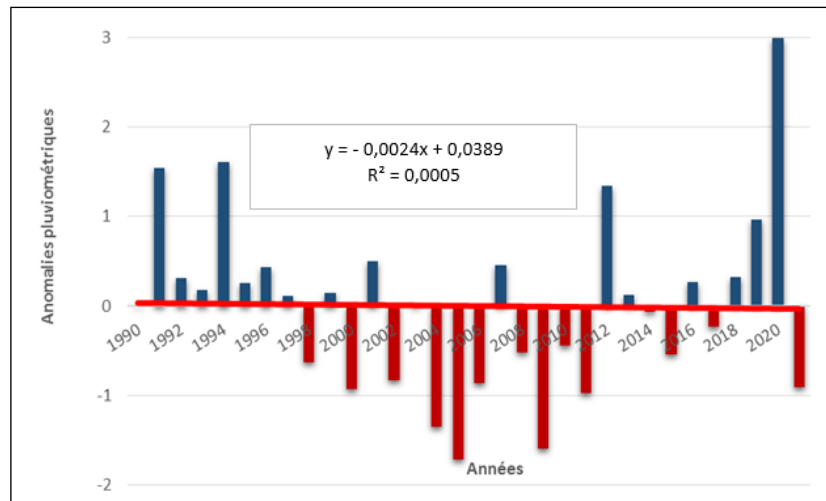
3. RÉSULTATS

3.1. Indicateurs et manifestations de la variabilité pluviométrique dans le Mayo Dallah

3.1.1. Des anomalies pluviométriques interannuelles

L'analyse de la fluctuation interannuelle de la pluviométrie à partir de l'indice standardisé de précipitations (IPS) dans le Mayo Dallah révèle une alternance entre les années déficitaires et excédentaires (fig. 4).

Fig. 4 : variation interannuelle de l'ISP au Mayo Dallah de 1981 à 2021



Source : Données DREM et ANADER, 1990-2021

De 1990 à 2021, on dénombre 14 années déficitaires (43,75 %), 2 années dites normales (6,25 %) et 26 années excédentaires (50 %), avec des degrés d'humidité variables d'une année humide à une autre (tabl. 2). Les années 2005 et 2009 dont les IPS sont compris entre -1,7 et -1,6)

correspondent aux années de grandes sècheresses, au même titre que les années 2000, 2004 et 2011 dont les IPS sont respectivement compris entre -1,0 et -1,3. Les années 1998, 2000, 2004, 2008, 2010, 2015, 2017 et 2021 traduisent des années de sècheresse atténuée ou légère.

Tabl. 2 : Récapitulatif des années sèches et humides dans le Mayo Dallah 1981-2021

ANNÉES EXCÉDENTAIRES	VALEURS IPS	ANNÉES NORMALES	VALEURS IPS	ANNÉES DÉFICITAIRES	VALEURS IPS
1991	1,5	1990	0	1998	-0,6
1992	0,3	2003	0	2000	-1
1993	0,2			2002	-0,8
1994	1,6			2004	-1,4
1995	0,2			2005	-1,7
1996	0,4			2006	-0,9
1997	0,1			2008	-0,5
1999	0,1			2009	-1,6
2001	0,5			2010	-0,5
2007	0,4			2011	-1
2012	1,3			2014	-0,1
2013	0,1			2015	-0,6
2016	0,2			2017	-0,2
2018	0,3			2021	-0,9
2019	1				
2020	3				

Source : Données DREM et ANADER, 1990-2021

Par ailleurs, en ce qui concerne les années excédentaires, l'année 2020 (IPS 3) représente l'année d'extrême humidité ; les 2 années 1991 (IPS 1,5) et 1994 (IPS 1,6) sont du type extrêmement sévère, ensuite les 2 années 2012 (IPS 1,3) et 2019 (IPS 1) présentent une humidité modérée et les 10 autres années (1990, 1992, 1993, 1995, 1996, 2001, 2007, 2013, 2016 et 2018) traduisent une légère humidité. Enfin, les deux années 1990 (IPS 0,0) et 2003 (IPS 0,0) sont dites années normales.

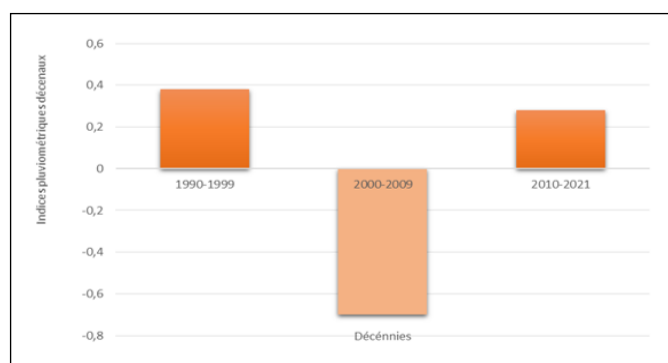
Finalement, la pluviométrie générale dans le Mayo Dallah de 1990 à 2021 indique une tendance à la stabilité. À l'échelle interannuelle tout de même, les

disparités remarquables demeurent dans la mesure où les précipitations présentent des irrégularités. Cette situation a un impact sur les activités agricoles de cette zone.

3.1.2. Des fluctuations décennales de la pluviométrie bien marquées

L'IPS permet également de saisir les variations de la pluviométrie à l'échelle décennale. Globalement, trois séquences de l'évolution de la pluviométrie dans cette zone durant les trois dernières décennies (fig. 5).

Fig. 5 : L'évolution pluviométrique décennale dans le Mayo Dallah



Source : Données DREM et ANADER, 1990-2021

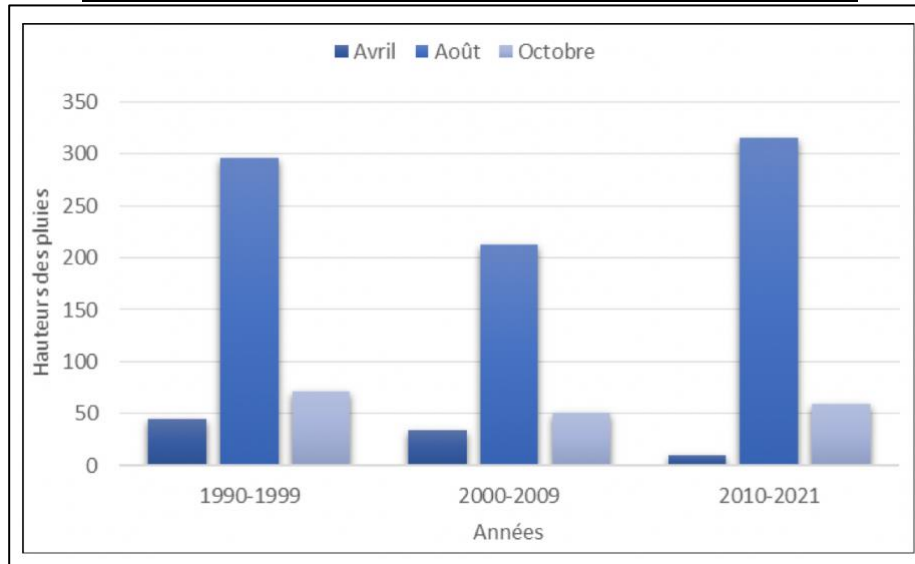
- Une décennie plus humide, de 1990 à 1999 : avec un IPS égal à 0,38, cette période se caractérise par une pluviométrie plus ou moins abondante avec une tendance à une baisse plus ou moins faible. Cette première décennie marque le retour des précipitations dans la zone soudanienne du Tchad en général après les années de sécheresses successives (1970,1984). Ce retour de la pluie après les années de sécheresses se justifie par la migration des isohyètes 600 vers le Sud durant les décennies 1971-1980 et 1981-1990.
- Une décennie sèche, de 2000 à 2009 : son IPS vaut - 0,70. Cette période se caractérise par une baisse drastique de la pluviométrie, avec une tendance à la baisse très prononcée. La désorganisation du calendrier agricole, les migrations paysannes et les baisses de rendements sont les conséquences palpables de ce déficit pluviométrique durant cette décennie.
- Une reprise de période relativement humide depuis de 2010 qui se poursuit : avec un IPS de 0,28, cette période se singularise par une remontée relative de la pluviométrie, avec une tendance à la hausse plus ou moins faible. Ce dernier train d'évolution donne de l'espoir à la localité. Malheureusement, cet apparent retour des précipitations à des conditions normales cache de nombreuses irrégularités telles que les inondations catastrophiques (2012, 2020 et 2022), les séquences sèches longues (≥ 7 jours), avec des démarrages et arrêts inattendus des pluies. Notons aussi que, le calendrier agricole classique est en pleine phase d'abandon du fait de la forte variabilité temporelle de la pluviométrie.

3.1.3. Variabilité et anomalies saisonnières des précipitations

La variabilité saisonnière des pluies est déterminante pour la planification de différentes activités culturelles (fig. 6). Sa

connaissance aide à mieux faire face à la péjoration pluviométrique qui rend le plus souvent aléatoires les rendements.

Fig. 6 : pluviométrie moyenne d'avril, d'août et d'octobre de 1990-2021



Source : Données DREM et ANADER, 1990-2021

Cette figure présente une évolution très irrégulière des précipitations saisonnières dans le Mayo Dallah. En général, les premières pluies tombent au mois d'avril pour se terminer au mois d'octobre, ce qui atteste de la subdivision de l'année en deux saisons de longueur égale : une saison sèche (6 mois) et une saison humide (6 mois). Il ressort de l'analyse de cette figure que le mois d'avril qui caractérise le début de la saison pluvieuse est marqué depuis ces deux dernières décennies par des pluies faibles, brèves et éparses au début de la saison. Cette faiblesse des précipitations ne permet pas le début des travaux agricoles. Ainsi, durant cette dernière décennie, la saison de pluie proprement dite ne commence qu'à la première décennie du mois de mai. Le mois d'août qui constitue le cœur de la saison pluvieuse et un moment déterminant pour la croissance végétative a connu une baisse pluviométrique durant la décennie 2000-2009 avant de connaître une reprise durant la dernière décennie (2010-2021). Cette situation de forte concentration, tant en fréquence qu'en volume de pluviométrie durant la saison pluvieuse, constitue un risque majeur d'érosion des sols et d'inondations néfastes pour les cultures. Le mois d'octobre qui marque l'arrêt de la saison pluvieuse présente une

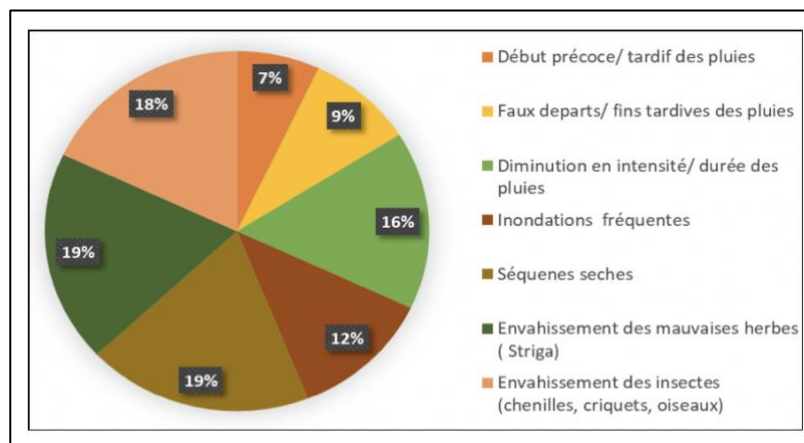
situation analogue à celle du mois d'août. En somme, les caprices du climat, notamment le déficit pluviométrique saisonnier, rend le plus souvent aléatoires les rendements agricoles.

3.2. Perception paysanne sur les fluctuations pluviométriques

Les paysans estiment que la variabilité pluviométrique est perceptible. Cette variabilité perçue joue un rôle important dans le développement des adaptations. Elles reposent en général sur les savoirs locaux basés sur les expériences vécues.

Dans le Mayo Dallah en effet, les exploitants portent une attention particulière sur la volatilité pluviométrique ainsi qu'à ses différentes manifestations sur les moyens de subsistance. 81,7% d'entre eux affirment être témoins des changements des conditions pluviométriques sur la période que couvre l'étude. Ces perceptions sont évaluées sous le prisme de sept indicateurs identifiés comme influençant fortement la production agricole (fig. 7).

Fig. 7 : Indicateurs identifiés et perçus comme impactant les rendements

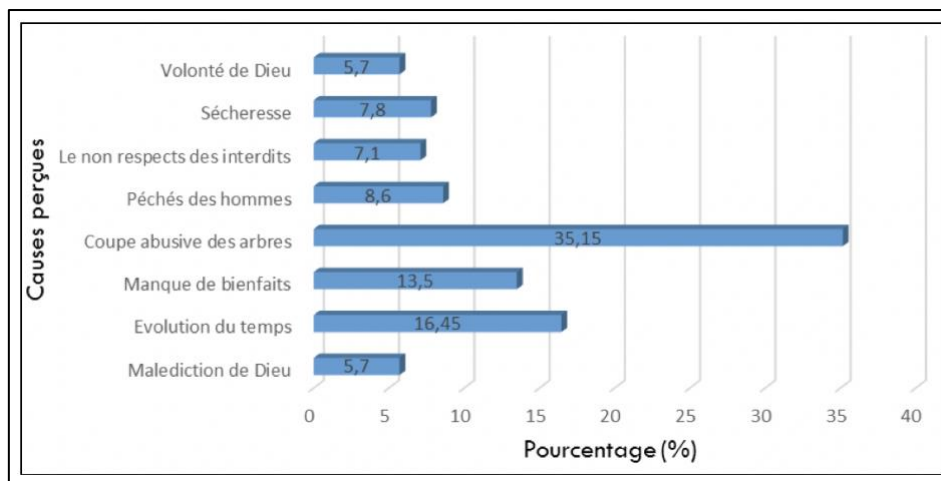


Source : Enquêtes de terrain, 2022

La figure 7 montre que 63% des producteurs imputent les baisses de rendement à la variabilité pluviométrique. En effet, on note une forte sensibilité des rendements face à la déforestation et au déboisement (35%), aux séquences sèches (19%) et à la diminution en intensité et en durée des précipitations (16%).

Cette sensibilité des rendements est moyenne lorsque les inondations sont fréquentes (19%). Enfin, elle est faible face aux faux départs et aux fins tardives des pluies (9%), mais aussi aux débuts précoces ou tardifs des pluies (7%). Pour justifier ces anomalies, les paysans convoquent les savoirs et croyances traditionnels (fig. 8).

Fig. 8 : Causes perçues de la variabilité pluviométrique par les paysans



Source : Enquête de terrain, 2022

37% de paysans indexent d'autres facteurs qu'ils imputent à la réduction des rendements. Au rang de ces facteurs, citons l'envahissement des mauvaises herbes (19%) et des insectes (18%).

Ces facteurs combinés entraînent une faible productivité, des pertes de cultures, et par conséquent la baisse des revenus. De telles conséquences participent à la détérioration de la sécurité alimentaire et nutritionnelle tout en

aggravant, du point de vue de 70% d'agriculteurs, la pauvreté et la famine.

3.3. La variabilité pluviométrique, un frein pour les rendements du maïs et de l'arachide

Deux spéculations sont retenues pour analyser la corrélation entre la variabilité pluviométrique et les rendements : le maïs (*Zea mays*) et l'arachide (*Arachis hypogea*).

Ces cultures à la base de l'alimentation des populations dans le Mayo Dallah ont des besoins en eau et des cycles végétatifs différents (tabl. 3)

qui, lorsqu'ils sont perturbés, ont un impact sur les rendements.

Tabl. 3 : Écologie du maïs et de l'arachide

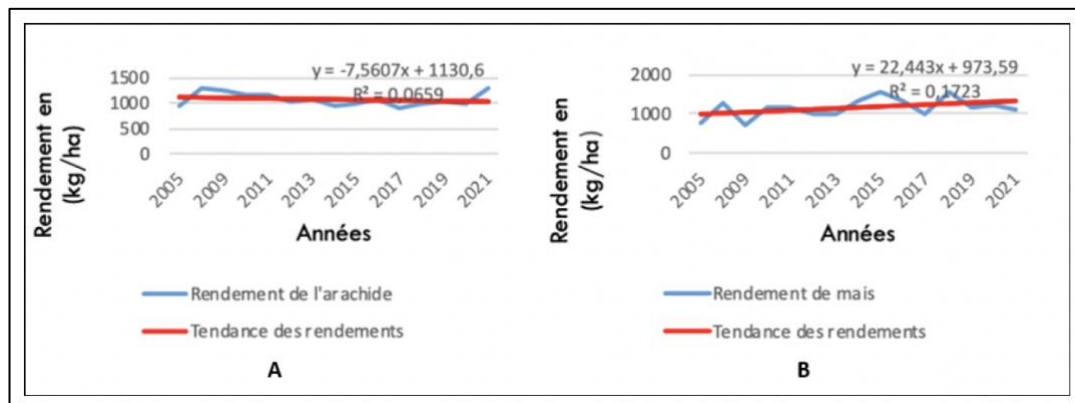
Cultures		Exigences écologiques et durée de cycle		
Nom courant	Nom scientifique	Température (°C)	Besoin en eau (mm)	Durée du cycle (jours)
Maïs	Zea mays	+18 à +30	500 à 1000	90 – 120
Arachide	Arachis hypogea	+25° à +35	500 à 1 000	90 – 120

Source : Memento de l'agronomie, 2009

Les besoins exprimés dans ce tableau demeurent en effet insatisfaits, si l'on s'en tient à la situation présentée par la figure 6 qui montre clairement un déficit pluviométrique d'avril à octobre entre

1990 et 2021. Les perturbations de ces besoins agissent ainsi sur les rendements de chacune de ces cultures qui, d'année en année, subissent des variations importantes (fig. 9).

Fig. 9 : Rythmes d'évolution des rendements de l'arachide (A) et du maïs (B) dans le Mayo Dallah entre 2005 et 2021



Source : ANADER, 2022

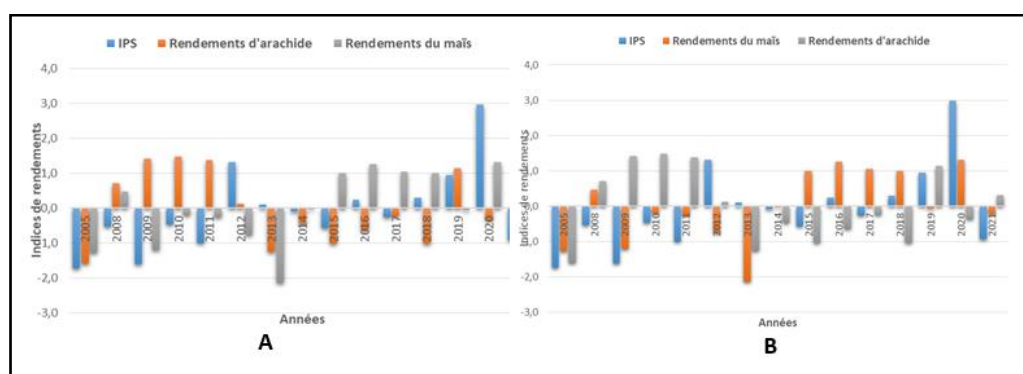
La figure 9 présente l'évolution en dents de scie des rendements du maïs et de l'arachide dans le Mayo Dallah. Pour l'arachide (A), l'allure de la courbe de tendance justifie une diminution moyenne des rendements. Dans le détail, la régression apparaît irrégulière. Les rendements agricoles les plus importants ont été enregistrés lors de la campagne agricole de 2008, avec 1303 kg/ha ; les plus bas, lors de la campagne agricole de 2007, avec 898 kg/ha.

tendance à la hausse moyenne durant la période 2005-2021. Cette situation peut être confirmée par les équations de la pente des courbes évolutives des variables. Les campagnes agricoles de 2014/2015 et 2017/2018 ont enregistré les maxima de rendements avec 1543 kg/ha et, par contre, la campagne agricole de 2009/2010 a enregistré le plus bas des rendements avec 700 kg/ha. Le cumul du rendement du maïs de 2005-2021 est de 17297kg/ha.

Le maïs est plus cultivé dans cette localité pour la consommation, les surplus étant destinés à la vente. La variation interannuelle du rendement du maïs (B) est nette. On observe une légère

L'analyse bivariée climat/rendement a permis de ressortir les différentes relations entre l'indice pluviométrique des années correspondantes et les rendements des deux spéculations (fig. 10).

Fig. 10 : Relations entre la pluviométrie et le rendement d'arachide (A) et du maïs (B)



Source : DREM et ANADER, 2022

L'observation de la pluviométrie et des rendements de l'arachide et du maïs atteste que les années de mauvaise pluviométrie sont globalement suivies d'une baisse des rendements. L'arachide et le maïs semblent donc très sensibles à ces fluctuations. En effet, ces figures permettent d'établir une relation entre la pluie et les rendements d'arachide et du maïs durant les années sèches (2005, IPS -1,7 et 2017, IPS -0,2), mais aussi durant les années humides (2012, IPS 1,3 et 2013, IPS 0,1). Les deux années de sécheresses ainsi que les années très pluvieuses ont conditionné les rendements négatifs d'arachide et du maïs. Autrement dit, les rendements obtenus durant ces années sont inférieurs aux moyennes des rendements de ces deux spéculations.

Le coefficient de corrélation linéaire établie entre le rendement d'arachide et la pluie de la saison de croissance est positif, avec une valeur de 0,15. Celui du rendement de maïs est également positif, avec une valeur de 0,33, soit un niveau de signification supérieur à 0,05. Ce test montre que les niveaux de significations sont supérieurs à la marge d'erreur choisie, ce qui indique qu'affirmer que la pluviométrie est le seul facteur explicatif de la variation des rendements de la culture d'arachide et de maïs présente un risque d'erreur élevé. La baisse des rendements pendant les années déficitaires se justifie en effet par l'assèchement précoce des champs et le flétrissement des jeunes plantes. Pendant les années très pluvieuses, cette baisse se justifie par l'inondation des champs. Il convient cependant de préciser que l'intensité de cette relation est très forte pour le maïs, mais elle l'est moins pour l'arachide.

Les années déficitaires (2008, 2010 et 2011) ont enregistré une hausse des rendements d'arachide et de maïs. Cette hausse se justifie par l'amélioration des techniques culturales (semis précoce) et le caractère sableux des sols. Pour l'arachide en particulier, on estime que cette culture est plus tolérante à la sécheresse et s'adapte mieux à ces conditions pédo-climatiques. Les autres années déficitaires (2014, 2015, et 2021) correspondent d'une part à la baisse des rendements d'arachide et, d'autre part, à l'augmentation des rendements du maïs. Enfin, l'année 2016, plus il pleut, plus importants sont les rendements d'arachide et de maïs. Les deux autres années excédentaires 2018 et 2020 ont enregistré des rendements élevés de maïs et une baisse des rendements d'arachide. La baisse ainsi enregistrée se justifie par la mauvaise répartition spatio-temporelle des pluies.

3. DISCUSSION

3.1. Des fluctuations interannuelles de la pluviométrie bien persistantes

Les modifications pluviométriques enregistrées depuis les années 1970 dans le Sahel n'ont pas épargné la partie soudanaise du Tchad (Baohoutou 2007 : 89). Les analyses de l'évolution de la pluviométrie interannuelle (Indice de précipitation standardisé) ont permis de déterminer sur un cycle de 32 ans (1990-2021) une alternance de quatorze périodes déficitaires contre seize excédentaires. La décennie 2000-2009 se traduit par un déficit pluviométrique. Par contre, les décennies 1990-1999 et 2010-2021 se sont caractérisées par une amélioration des conditions pluviométriques.

Ces résultats sont confirmés par ceux obtenus par Ogouwalé (2006 : 96) et Baohoutou (2007 : 103). En effet, ces auteurs ont précisé que depuis 1994, on assiste à la reprise de la séquence humide avec des précipitations caractérisées par une forte irrégularité spatio-temporelle. Ces années excédentaires et déficitaires constituent des périodes d'excès et d'insuffisance de pluies très préjudiciables aux cultures.

3.2. Rendements de maïs et d'arachide déclinants avec des ampleurs différentes

Les corrélations linéaires établies entre les rendements agricoles et la pluie des saisons culturales ont permis d'obtenir des coefficients au seuil de confiance de 95 %. Mais contre toute attente, ces corrélations sont parues assez faibles pour la production d'arachide, alors qu'elles se sont avérées fortes pour la production du maïs. La variabilité des pluies de la saison de cultures s'est ainsi montrée préjudiciable pour les différentes phases de culture (germination, croissance, floraison, fructification, maturation et récolte). Elle s'est par conséquent soldée par la baisse des rendements agricoles. Ces résultats confirment les travaux de Djakpa (2020 : 11) et Hounzinme et al., (2020 : 150), pour qui les déficits hydriques affectent la production d'arachide et le rendement des gousses par la limitation de la croissance des pousses et des racines. Par contre, après la maturation des gousses associées aux fortes températures, l'excès d'eau entraîne le développement des champignons (*Aspergillus flavus*). Le maïs également croît en fonction des conditions du milieu. Selon Tchuenga Seutchueng et Saha (2012 : 83-85) et Houéfa et al., (2022 : 223), le maïs apparaît comme la culture la plus vulnérable à la température, mais aussi à la variation de la pluviométrie lors de ses différentes phases de croissance. Les extrêmes climatiques peuvent ainsi induire un ralentissement de croissance, voire affecter négativement le rendement, comme l'ont attesté 90% des agriculteurs.

3.3. Un impact de la variabilité pluviométrique à pondérer par les facteurs structurels

En dehors de la variabilité de la pluviométrie, soulignons que la garantie d'une bonne production dépend aussi des facteurs

structurels. Ces facteurs sont liés à l'appauvrissement des sols et à une bonne articulation des opérations culturales (Hounzinme et al., 2020 : 150-151 ; Noufé et al., 2011 : 166-167). Au rang de ces articulations, il y a le défrichage-brûlis, le labour, le planting ou semis, le sarclage ou entretien, la fertilisation ou non, l'utilisation ou non de variétés améliorées. Tous ces effets cumulés constituent des contraintes réelles pour le développement agricole dans le Département du Mayo Dallah.

Les changements de précipitations au Tchad demeurent imprévisibles et rendent difficiles les possibilités d'adaptation. Et selon une étude du Groupe de la Banque mondiale (BM 2015, cité par l'OIM-Tchad 2021 :20), aucune tendance dans les précipitations annuelles moyennes depuis 1960 n'est observée. D'autres études ont conclu que les précipitations diminuent ou augmentent chaque année. Mais ces dernières ne dégagent aucun consensus clair (Kanhu et al., 2015 : 1154-1156). Une complication provient du fait que le Tchad s'étend sur trois zones climatiques. De plus, alors que la majeure partie du pays semble recevoir davantage de précipitations annuelles, des mécanismes compensatoires pourraient induire une forte diminution des précipitations dans le Sahel. Cette variation des précipitations, surtout à l'échelle décennale, pourrait se justifier par l'interaction des cellules de Hadley et de Walker par le biais d'un déplacement anormal nord-sud du creux quasi équatoriale.

CONCLUSION

L'étude des impacts de la variabilité pluviométrique sur la production agricole reste encore d'actualité dans les régions soudano-sahéliennes. La présente étude a permis d'appréhender les effets induits par la variabilité pluviométrique sur les rendements de l'arachide et du maïs dans le Département de Mayo Dallah.

Ce Département est d'une grande diversité géomorphologique qui développe une variété de sols favorables à l'agriculture. L'évolution interannuelle de la pluviométrie montre qu'entre 1990 et 2021, les pluies se stabilisent autour de la moyenne de la série. Cette stabilisation semble suffisante pour l'épanouissement des cultures

d'arachide et de maïs. Malgré cela, l'Indice pluviométrique standardisé a montré une fluctuation des séquences humides dans les séries chronologiques. Cette fluctuation montre une succession des années déficitaires et d'années excédentaires. Ces périodes humides et sèches sont déterminées pour apprécier l'offre pluviométrique par rapport aux besoins en eau de ces cultures.

Fortement dépendante de ces variations, l'agriculture dans ce département évolue suivant le rythme des manifestations de la pluviométrie (raccourcissement de la saison pluvieuse, arrêt précoce de la pluie, fréquence des périodes sèches et retards des pluies). Les séquences sèches et les fréquences des inondations qui en découlent

inhibent le développement des cultures d'arachide et de maïs. Elles entraînent les retards de croissances, voire la destruction de ces cultures. Pour les paysans, ces perturbations pluviométriques causent à divers degrés des dommages irréversibles sur la production agricole. Cette relation agriculture-pluviométrie oblige l'agriculteur à se soumettre aux caprices du climat, d'où la mise en œuvre, tant bien que mal, de mesures d'adaptation dont le calibrage avec la variabilité pluviométrique s'impose.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AKINDELE Akibou, YABI Ibouaïma, AFOUDA Fulgence, 2012. « Production agricole dans la commune de Kétou : Vulnérabilité aux contraintes climatiques et possibilités d'adaptation », Les Cahiers du CBRST, N° 2, p.123-144. Disponible en ligne : <http://bec.uac.bj/uploads/publication/64ad05a36c27df75e03a7f9e5546ed5b.PDF>

ADJAKPA Tchépko Théodore, 2020. « Variabilité pluviométrique et adaptation des producteurs d'arachide (*arachis hypogea*) dans l'arrondissement de Dasso (commune d'Ouihni) au Bénin », Revue de Géographie de l'Université Jean Lorougnon Guédé, N°2, p.1-23. Disponible en ligne : <https://www.revuegeo-unidaloa.net/fr/publication/variabilite-pluviometrie-et-adaptation-des-producteurs-darachide-arachis-hypogea-dans>

BOKO Michel, 1988. *Climatologie et communautés rurales du Bénin ; Rythmes climatiques et rythmes de développement*, Thèse de Doctorat d'État ès Lettres et Sciences Humaines 2 volumes, Université de Bourgogne, Dijon. 601p.

BOKO Michel, NYONG Athony, VOGEL Alfred, GITHEKO Andrew, OSMAN Elasha & MEDANY Niang, 2007. « Climate Change 2007. Impacts, Adaptation and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the

Intergovernmental Panel on Climate Change », in, Parry, M.L., Canziani, O.F., Palutikof, BAOHOUTOU Laohoté, 2007. *Les précipitations en zone soudanienne tchadienne durant les quatre dernières décennies (60-99) : variabilités et impacts*, Thèse de Doctorat de Géographie Physique, Université de Nice-Sophia Antipolis, Nice, 245p.

BRICQUET Jean Pierre, BAMBA Foussemi, MAHE Gil, TOURE Mounir & OLIVRY Jean Claude, 1997. « Évolution récente des ressources en eau de l'Afrique atlantique », Rev. Sci. Eau, N° 3, p.321 - 337. Disponible en ligne : <https://id.erudit.org/iderudit/705282ar>

DELLILE Hélène, 2011. *Perceptions et stratégies d'adaptation paysannes face aux changements climatiques à Madagascar : Cas des régions Sud-ouest, Sud-est et des zones périurbaines des grandes agglomérations*, AVSF, Madagascar, 108 p. Disponible en ligne : <http://www.avsf.org/public/posts/704>, [dernier accès janvier 2023].

DJIGBE-KETE Colombe, 2013. *Péjoration pluviométrique et production vivrière dans la commune de Dopa* », Mémoire de maîtrise en Géographie, UCAC, Yaoundé, 88 p.

FOGUESATTO Cristian Rogério, ARTUZO Felipe Dalzotto, TALAMINI Edson & DESSIMON Machado

João Armando, 2018, « Understanding the divergences between farmer's perception and meteorological records regarding climate change: a review », *Environment, Development and Sustainability*, N° 10, p. 1-16. Disponible en ligne : <https://doi.org/10.1007/s10668-018-0193-0>.

GOUATAINE Sengue romain et BAOHOUTOU Laohoté, 2015. « Mise en évidence de la variabilité pluviométrique sur la plaine du Mayo Kebbi », *Revue Ivoirienne de Science et Technologie*, N° 25, p.93-109. Disponible en ligne : <http://www.revist.ci>

HUBERT Pierre, SERVAT Éric, PATUREL Jean-Emmanuel, KOUAME Brou, BENDJOUDI Hocine, HOUEFA Valerie Sounouk, JOSEPH Bessou et IBOURAINA Yabi, 2022. « Perception des risques climatiques dans la zone Soudanienne du Benin : Cas des producteurs de maïs du Département de Borgou », *ESJ Natural/Life/Medical Sciences*, N° 14/18, p. 212-227. Disponible en ligne : <http://www.eujournal.org> . [dernier accès janvier 2021].

HOUNZINME Sènadé Sylvie, CHANHOUN Comlan Silvère Landry, TEKA Oscar & OUMOROU Madjidou, 2020. « Effets de la variabilité climatique sur le rendement de quelques cultures vivrières dans le Nord-Est du Benin », *European Scientific Journal*, N° 16/12, p. 137-155. Disponible en ligne : <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2020.v16n12p137>

KANHU Charan, PATTNAYAK, AHMAT Younous Abdel-Lathif, K. V. Rathakrishnan, MUSKAN Singh, RENUKA Dash, & PYARIMOHAN Maharana, 2019. « Changing climate over Chad: is the rainfall over the major cities recovering? », *Earth and Space Science* 6, N° 7, p. 1149-1160. Disponible en ligne : <https://doi.org/10.1029/2019EA000619>

MAHE Gil & OLIVRY Jean Claude, (1995). « Variations des précipitations et des écoulements en Afrique de l'Ouest et Centrale de 1951 à 1989 », *Sécheresse* N° 6/1, p. 109–117.

Mémento de l'agronome, 2009. CIRAD, Version numérique. Disponible en ligne : https://www.doc-developpement-durable.org/file/Culture/Agriculture/Memento-de-l-Agronomie_CIRAD.pdf

MCKEE Thomas, DOESKEN Nolan et KLEIST John, 1993. « La relation entre la fréquence des sécheresses et la durée des échelles de temps », *American Meteorological Society*, N° 17/23, p. 179-186.

NOUFE Dabissi, MAHE Gil, KAMAGATE Bamory, SERVAT Éric, GOULA Bi Tié Albert, SAVANE Issiaka, 2015. « Climate change impact on agricultural production : the case of Comoe River basin in Côte d'Ivoire », *hydrologie. Sci j.* N° 60/11, p. 1972 - 1983. Disponible en ligne : <https://doi.org/10.1080/02626667.2015.1032293>

OGOUWALE Euloge, 2006. *Changement climatique dans le Bénin méridionale et central : Indicateurs, scénarios et perspectives de la sécurité alimentaire*, Thèse de Doctorat de géographie, Université d'Abomey-Calavi, Abomey-Calavi, 302 p.

OIM Tchad, 2021. Le changement climatique, la sécurité alimentaire, et la migration au Tchad : un lien complexe, Tchad, Organisation Internationale pour les Migrations (OIM), Tchad, 46p.

PATUREL Jean-Emmanuel, OUEDRAOGO Mahaman, SERVAT Éric, MAHE Gil, DEZETTER Alain & BOYER Jean-François, 2003. « The concept of rainfall and streamflow normal in West and central Africa in a context of climatic variability », *J. Hydrol.* N°48/1, p.125–137. Disponible en ligne : <https://doi.org/10.1623/hysj.48.1.125.43479>

RÉOUNODJI Éloge, 2022. *Adaptation des agriculteurs aux effets de la variabilité pluviométrique dans le département de Mayo Dallah (Tchad)*, Mémoire de Master, Université de Dschang, Dschang, 160 p.

SERVAT Éric, PATUREL Jean-Emmanuel, LUBES Helene, KOUAME Brou, MASSON Jean Marie, TRAVAGLIO Michel & MARIEU Bernard, (1999). « De différents aspects de la variabilité de la pluviométrie en Afrique de l'Ouest et Centrale non Sahélienne », *Rev. Sci. Eau*, N° 12/2, p. 363–387. Disponible en ligne : <https://www.erudit.org/en/journals/rseau/1900-v1-n1-rseau3296/705356ar>

TCHUENGA SEUTCHUENG Thierry Gaïtan et SAHA Frédéric, 2017. « Le maïs : une céréale à multiples usages au Cameroun sous la menace des contraintes climatiques et de ravageurs », *Afrique SCIENCE*, N°

13/6, p. 177 188. Disponible en ligne :
www.afriquescience.info. [Dernier accès mars 2022].
YABI Ibouraïma, OGOUWALE Euloge, AFOUDA
Fulgence et BOKO Michel, 2011, « Contraintes
climatiques et développement agricole au Bénin »,
Annales de la Faculté des Lettres, Arts et Sciences
Humaines (FLASH) du Bénin, N° 17/2, p.13-30.

AUTEURS

Antoine De Padoue NSEGBE
Chargé de Cours - Département de Géographie (Université de Dschang – Cameroun)
Courriel : ansegbe2001@gmail.com

Éloge REOUNODJI
Doctorant en Géographie (Université de Dschang – Cameroun)
Courriel : reounodjieloge24@gmail.com

AUTEUR CORRESPONDANT

Antoine De Padoue NSEGBE
Courriel : ansegbe2001@gmail.com



© Édition électronique

URL – Revue Espaces Africains : <https://espacesafricains.org/>

Courriel – Revue Espaces Africains : revue@espacesafricains.org

ISSN : 2957-9279

Courriel – Groupe de recherche PoSTer : poster_ujlog@espacesafricains.org

URL – Groupe PoSTer : <https://espacesafricains.org/poster/>

© Éditeur

- Groupe de recherche Populations, Sociétés et Territoires (PoSTer) de l'UJLoG

- Université Jean Lorougnon Guédé (UJLoG) - Daloa (Côte d'Ivoire)

© Référence électronique

Antoine De Padoue NSEGBE, Éloge REOUNODJI, « *Incidences de la variabilité pluviométrique sur les rendements agricoles dans le département de mayo Dallah (Tchad)* », Revue Espaces Africains (En ligne), 1 | 2023, ISSN : 2957- 9279, mis en ligne, le 30 juin 2023.
