INSTABILITE PLUVIOMETRIQUE INTRA-SAISONNIERE DANS LA COMMUNE DE SOTOUBOUA 2 (CENTRE-TOGO) ET IMPACTS SUR LA CULTURE DU MAÏS (*ZEA MAYS*)

INTRA-SEASONAL RAINFALL INSTABILITY IN THE COMMUNE OF SOTOUBOUA 2 (CENTRAL TOGO) AND IMPACTS ON MAIZE CULTIVATION (ZEA MAYS)

Essoyomèwè AKODABI
Doctorant, Laboratoire de Recherches Biogéographiques et d'Études Environnementales (LaRBE), Géographie, Université de Lomé, Togo
akodabiesso@gmail.com

Aniko ALEME
Docteur, Laboratoire de Recherche sur la Dynamique des Espaces et des Sociétés (LARDYMES), Géographie, Université de Lomé, Togo
alemeaniko@gmail.com

Tatongueba SOUSSOU
Maître de Conférences, Laboratoire Pôle de Recherche et d'Expertise sur la Dynamique des Espaces et des Sociétés (PREDES), Géographie, Université de Kara, Togo
denis.soussou@gmail.com

Tchaa BOUKPESSI
Professeur Titulaire, Laboratoire de Recherches Biogéographiques et d'Études Environnementales (LaRBE), Géographie, Université de Lomé, Togo
tchaa.boukpessi@gmail.com

RESUME
Le bien-être socio-économique des populations rurales au Togo est tributaire de la pluviométrie. La variabilité interannuelle des précipitations peut dissimuler des perturbations intra-saisonnières préjudiciables pour les cultures. Cette étude se fixe comme objectif, d'analyser l'instabilité pluviométrique intra-saisonnière pouvant compromettre la culture du maïs dans la commune de Sotouboua 2 au Centre-Togo. L'approche méthodologique pour atteindre cet objectif, associe à la fois la recherche documentaire, la collecte des données de hauteurs pluviométriques journalières et mensuelles à la station climatologique de Sotouboua couvrant la période 1982 à 2024 et des données de terrains. Les données ainsi collectées ont fait l'objet de traitement à travers les logiciels statistiques R-Instat+ 0.4.13, le tableur Excel et Sphinx Plus2- V5. Les résultats montrent que la saison agricole est de plus en plus instable dans la zone d'étude avec des débuts tardifs et des fins précoces, des séquences sèches au sein de la saison agricole, un rétrécissement de la saison culturale. Cette instabilité pluviométrique révèle les risques de stress hydrique pour le maïs dans la zone d'étude, la sécheresse des plants de maïs, l'échec de fécondation du maïs au stade de floraison. Dans le souci, de développer des stratégies d'adaptation efficaces face à la variabilité pluviométrique intégrant les connaissances locales, la présente recherche met en lumière les risques potentiels des changements climatiques sur les principales activités des populations rurales.

Mots-clés : Instabilité pluviométrique, Intra-saisonnière, impact, commune de Sotouboua 2.

ABSTRACT
The socio-economic well-being of rural populations in Togo is dependent on rainfall. Inter-annual variability in rainfall can hide intra-seasonal disturbances that are detrimental to crops. The objective of this study is to analyze the intra-seasonal rainfall instability that may compromise maize cultivation in the commune of Sotouboua 2 in Central Togo. The methodological approach to achieve this objective combines both documentary researches, the collection of daily and monthly rainfall data at the Sotouboua climatological station covering the period 1982 to 2024 and field data. The data collected in this way were processed using the statistical software R-Instat+ 0.4.13, the Excel spreadsheet and Sphinx Plus2- V5. The results show that the agricultural season is increasingly unstable in the study area with late starts and early ends, dry sequences within the agricultural season, and a narrowing of the growing season. This rainfall instability reveals the risks of water stress for maize in the study area, the dryness of maize plants, and the failure to fertilise maize at the flowering stage. In order to develop effective adaptation strategies in the face of rainfall variability integrating local knowledge, the present research highlights the potential risks of climate change on the main activities of rural populations.
Keywords: Rainfall instability, Intra-seasonal, impact, commune of Sotouboua.

INTRODUCTION

Aujourd'hui, l'ouest africain demeure l'une des régions où la majorité de la population reste rurale et s'adonne prioritairement aux activités agricoles. Les activités agricoles y constituent par conséquent la base du développement socio-économique puisqu'elles permettent, pour la majorité de la population, de satisfaire les besoins alimentaires, économiques, sociaux et culturels (T. SANE, 2017, p.27). Or, l'agriculture dépend fortement des conditions climatiques. Par conséquent, la crise des changements climatiques constitue un risque sérieux pour les pays de l'Afrique de l'Ouest (P. ABEYGUNAWARDENA, 2003, p.4), dont l'économie repose essentiellement sur l'agriculture pluviale (E. CHIDUMAYO *et al.*, 2011, p.13). Dans cette région, où plus de 27 millions de personnes se trouvent dans une situation d'insécurité alimentaire et nutritionnelle aiguë (FAO, 2022, p.15), le phénomène des changements climatiques contribue à cet effet, à accentuer la vulnérabilité des communautés rurales vivantes déjà dans des conditions précaires.

Depuis plusieurs décennies, des études sur l'implications des perturbations pluviométriques sur l'agriculture ont été réalisées en Afrique de l'ouest. Il s'agit entre autres de M. GUEYE (2007) ; S. S. P. HOUSSOU-GOE (2008) ; B. DOUKPOLO *et al*. (2012) ; A. P. OUOBA (2013) ; P. E. ANDERSON *et al.* (2016) ; E. AMOUSSOU *et al.* (2016) ; C. R. NGUIMALET *et al.* (2016) ; S. ZAKARI *et al.* (2019) ; S. C. ATIDEGLA et D. H. KOUMASSI (2022) et R. AHOSSIN *et al.* (2023).

Au Togo, tout comme l'ensemble de la région ouest africaine, l'agriculture occupe une place importante dans l'économie et constitue la principale force motrice de développement économique et social surtout des populations rurales (M. K. SOVIADAN, 2016, p.1). Selon le ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche, 90 % des ruraux s'adonnent à l'agriculture (MAEP, 2007, p.16). Elle contribue à hauteur de 40% au PIB national et la production agricole représente à elle seule, 70% du PIB de

ce secteur (PNIASA, 2016, p.31). Or, l'agriculture est essentiellement dépendante des conditions climatiques (A. E. ADETOU et E. A. AHLIN, 2019, p.10) et est pratiquée à 96% en culture pluviale (A. DOGO, 2012, p.16). En plus le maïs reste la céréale la plus cultivée au Togo avec plus de 1,5 millions de producteurs selon les rapports de la Direction des Statistiques Agricoles, de l'Informatique et de la Documentation (DSID) en 2019. Elle constitue alors à cet effet la base de l'alimentation des populations et sa forte dépendance à la pluviométrie constitue alors une grande menace pour la sécurité alimentaire dans un contexte d'incertitude climatique de plus en plus poussée.

Le Togo est aujourd'hui confronté à des phénomènes de variabilité climatique caractérisée par des évènements climatiques récurrents qui fragilisent les systèmes humains et les activités agricoles. En effet, les études réalisées au Togo sur le climat par P. ADJOUSSI (2000) ; E. ADEWI *et al*. (2010) ; A. BADAMELI et V. DUBREUIL (2015) ; B. KOMBATÉ *et al*. (2022) montrent qu'au cours des dernières décennies, il y a une tendance à la baisse de la pluviométrie et du nombre de jours de pluies, ainsi qu'une augmentation des poches de sécheresse.

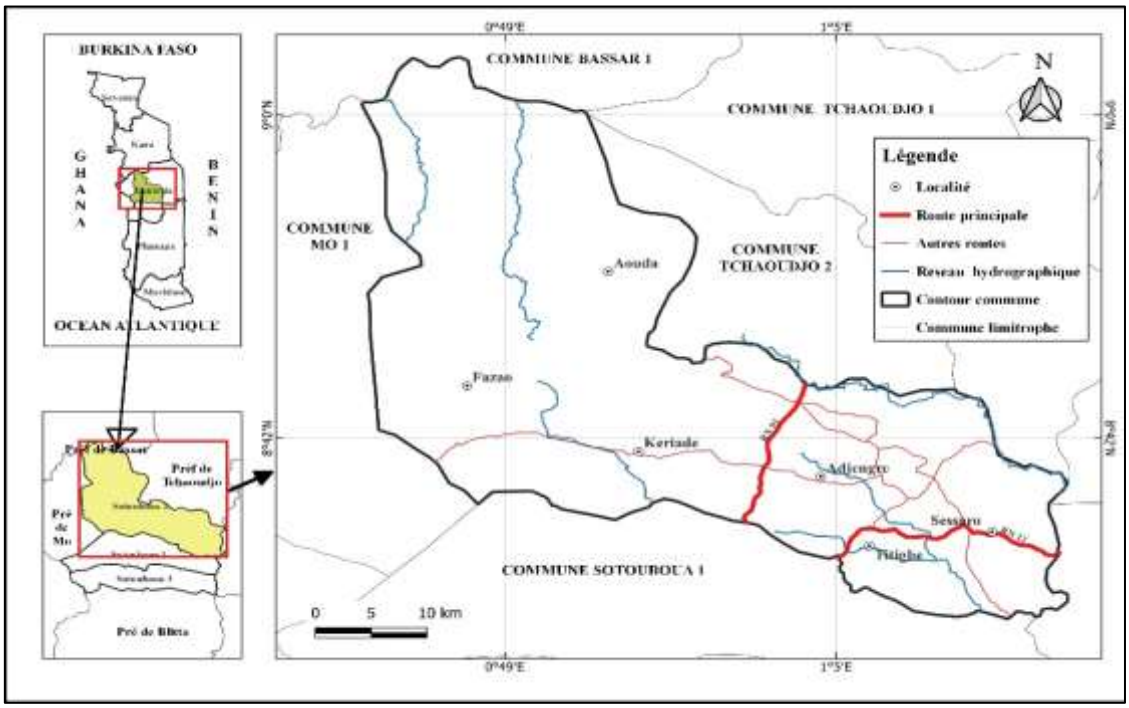
La Commune de Sotouboua 2 est une zone essentiellement agricole où les produits agricoles sont à l'origine d'un grand nombre de biens et de services essentiels aux individus et à la société. Par ailleurs, l'essentiel des revenus permettant aux populations rurales de cette zone de vivre est tiré de l'activité agricole très dépendante des conditions climatiques. En plus, le secteur d'étude, à l'instar de l'ensemble du Centre-Togo, constitue l'un des principaux greniers agricoles et surtout vivriers du pays à l'exemple du maïs. En 2020 en termes de superficies, le maïs occupait la première place avec 91 338 ha. Cette culture constitue l'une des céréales les plus importantes au Togo en termes de consommation locale et de revenus générés aux producteurs. Le maïs est une plante exigeante s'agissant de la répartition optimale de la pluviométrie. Or, la zone est soumise à une variabilité climatique (E. AKODABI, 2019, p.48) susceptible d'avoir un impact considérable sur le maïs et les moyens d'existence des populations rurales. La forte vulnérabilité du maïs aux contraintes pluviométriques intra-saisonnières constitue alors une menace pour la sécurité alimentaire.

Cette étude se propose alors d'analyser l'instabilité pluviométrique intra-saisonnière pouvant compromettre la culture du maïs dans la commune de Sotouboua 2 au Centre-Togo dans une perspective d'adoption des stratégies d'adaptation durables.

1. Méthodologie

1.1. Présentation de la zone de recherche

La figure 1 indique la commune de Sotouboua 2



Source : RGPH-5, 2022

Figure 1 : la commune de Sotouboua

La commune de Sotouboua 2 fait partie de la préfecture de Sotouboua qui est située dans Région centrale du Togo, à 285 Km de Lomé, la Capitale. Elle est localisée entre 0°36′ et 1°15′ de longitude est et entre 8°20′ et 9°20′ de latitude nord avec une superficie plus de 2000 Km². Elle est composée de 6 cantons à savoir Fazao, Adjengré, Aouda, Titigbe, et Sessaro et Keriadè qui est un nouveau canton, un détachement du canton d'Adjengré). Elle est limitée au nord par la préfecture de Bassar, au Nord-Est par la préfecture de Tchaoudjo, à l'est par la préfecture de Tchamba, au sud par la préfecture de Blitta, au sud-Ouest par la République du Ghana et à l'ouest par la préfecture de Mô. La commune de Sotouboua 2 est traversée par la Route Nationale n°1 du sud au nord en passant par Adjengré et Aouda.

1.2. Approche méthodologique adoptée

1.2.1. Collecte des données

L'approche méthodologique nécessaire pour atteindre l'objectif que s'assigne cette recherche combine à la fois la recherche documentaire, l'analyse des données climatologiques et les enquêtes socio-anthropologiques. Les données climatologiques utilisées pour analyser l'instabilité pluviométrique intra-saisonnière sont issues de la

station de Sotouboua et recueillies auprès de l'Agence Nationale de la Météorologie Togo (ANAMET). Il s'agit des hauteurs pluviométriques journalières de 1982 à 2024.
En outre, les données socio-anthropologiques ont été recueillies auprès de la population, les agents des services agricoles et du développement rural et les personnes ressources ayant une connaissance sur les risques climatiques et leurs impacts dans le secteur d'étude et ceci, à travers un questionnaire et des entretiens. Ces données concernent les perceptions paysannes sur l'instabilité pluviométrique intra-saisonnière et les impacts sur la culture du maïs. C'est la technique de choix raisonné qui a été utilisée pour identifier les personnes ressources cibles suivant des critères bien définis : être âgé de 35 ans au moins ; avoir une expérience d'au moins cinq (5) ans dans le domaine agricole ; avoir cultivé le maïs au cours de ces cinq (5) dernières années. Sur les six (6) cantons que compte la Commune de Sotouboua 2, cinq (5) ont fait l'objet de l'enquête dans le cadre de cette étude. Ainsi, un échantillon de 129 agriculteurs est réparti suivant les localités : Adjengré (57 agriculteurs) ; Sessaro (20 agriculteurs ; Titigbé (15 agriculteurs) ; Fazao (5 agriculteurs) et Aouda (32 agriculteurs).

1.2.2. Méthodes de traitement des données

1.2.2.1. Analyse de l'instabilité pluviométrique intra-saisonnière

✓ **Détermination des dates de début et de fin de saison agricole et longueur de la saison**

Dans le cadre de cette étude, la détermination des dates de début et de fin de saison agricole a été faite selon les critères définis par T. Awesso et M. K. V. SIVAKUMAR (1996, p.7). Pour eux, la saison des pluies au Nord-Togo démarre à partir du 1er février, lorsqu'on enregistre au moins 20 mm de pluie en 1, 2 ou 3 jours consécutifs et ceci sans épisodes secs de plus de 7 jours dans les 30 jours qui suivent et la fin de la saison a lieu, à partir du 1er octobre, lorsqu'un sol capable de contenir 70 mm d'eau disponible est complètement épuisé par une perte quotidienne d'évapotranspiration de 4mm. Cependant, ils considèrent que la date de la fin des pluies intervient après le 1 er octobre, lorsqu'il n'y a plus de précipitations pendant au moins 20 jours. Il a été considéré pour cette étude, la détermination du début de la saison à partir du 15 mars. La longueur de la saison agricole a été déterminée en faisant la différence entre le début et la fin de la saison agricole.

✓ **Caractérisation de la sécheresse météorologique**

L'indice standardisé des précipitations (SPI) (Standardised Précipitation Index) (T. B. MCKEE *et al.*, 1993, 1995) a été développé en vue de quantifier le déficit des précipitations pour des échelles de temps multiples qui vont refléter l'impact de la sécheresse sur la disponibilité des différents types de ressources en eau pour une

période donnée. C'est un indice à la fois puissant, souple d'utilisation et simple à calculer. Pour surveiller l'évolution des conditions de sécheresse météorologique, l'OMM a recommandé en 2009, l'utilisation du SPI (OMM, 2016, p13). Etudier cet indice permet également de distinguer les années sèches des années humides ou les années déficitaires des années excédentaires (G. E. SORO *et al.*, 2014, p112). Il est exprimé mathématiquement comme suit :

$$\boldsymbol{SPI = (p - Pm)/\sigma}$$

Où :

P : Précipitation totale d'une période (mm)

Pm : Précipitation moyenne historique de la période (mm)

σ : Écart-type historique des précipitations de la période (mm).

T. B. MCKEE *et al*. (1993) ont utilisé le système de classification présenté dans le tableau des valeurs de l'indice SPI figurant ci-après (tableau n° ?) pour définir l'intensité des épisodes de sécheresse en fonction de la valeur de l'indice. Ils ont aussi défini les critères d'un épisode de sécheresse pour une échelle de temps quelle qu'elle soit. Une sécheresse sévit quand l'indice présente de façon continue une valeur négative de -1,0 ou moins et se termine lorsque l'indice devient positif.

Tableau I : Classe de la sévérité sécheresse selon le SPI

Classe SPI	**Interprétation**
SPI >2	Humidité Extrême
1<SPI<2	Humidité Forte
0<SPI<1	Humidité modérée
-1<SPI<0	Sécheresse Modérée
-2<SPI<-1	Sécheresse Forte
SPI<-2	Sécheresse Extrême

Source : T. B. McKee *et al*. (1993) cités par OMM (2012, p. 5).

Dans le cadre de cette étude, les indices SPI sur 3 mois et SPI sur 6 mois ont été préférés. Cette préférence cette par le fait le SPI sur 3 mois fournit une indication sur les conditions d'humidité à court et moyen termes et peut se révéler très performant dans les zones essentiellement agricoles et le SPI sur 6 mois peut se révéler très performant pour mettre en évidence les précipitations sur des saisons bien précises (OMM, 2012, p9).

✓ Détermination des séquences sèches

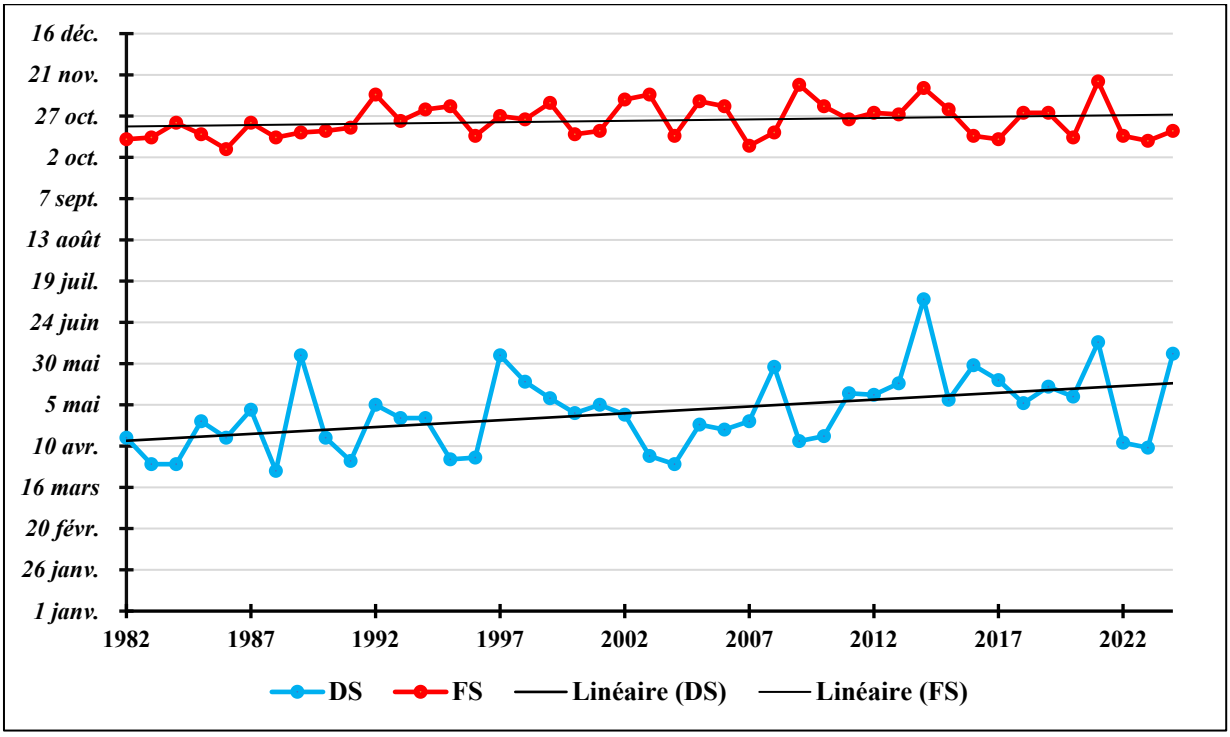
Les données pluviométriques annuelles et mensuelles dissimulent la répartition de la pluie sur l'année et les mois. Des années et des mois avec des hauteurs de pluie satisfaisants peuvent abriter des poches sèches qui peuvent influencer le

développement des cultures et même les rendements (K. S. BADAMELI, 1996, F. LEMOU, 2014, p37). Ces poches sèches encore appelées séquences sèches ou pauses pluviométriques sont le nombre de jours secs consécutifs le plus long pendant les 50 jours après la date de début de la saison pluvieuse et à partir du 50ème jour après la date calculée de début de saison jusqu'à la date de fin de la saison humide. Les jours ayant enregistré une pluviométrie inférieure à 1 mm sont considérés comme jours secs dans le cadre de cette recherche.

2. Résultats

2.1. *Instabilité des dates de début et fin de saison agricoles*

Les dates de début et de fin de saison agricole sont instables d'une année à une autre. La figue 2 présente les dates de début et de fin de saison de 1982 à 2024.



Source : A partir des données de l'ANAMET 2024

Figure 2 : Variation interannuelle des dates de début et de fin de saison 1982-2024

L'examen de la figure 2 montre une variabilité interannuelle des dates de début et de fin de saison agricole dans le secteur d'étude. Cette forte variabilité des dates de début et de fin de saison des pluies illustre leurs caractères aléatoires, plongeant parfois les communautés rurales dans la confusion, surtout avec les faux démarrages des pluies. Dans le secteur d'étude, les dates de début varient entre le 28 mars au plus tôt au 09 juillet au plus tard. Concernant la fin de saison, elle se situe entre le 15 octobre et le 21

novembre. Les détails relatifs au démarrage et à la fin de saison sont consignés dans le tableau II.

Tableau II : Synthèse des statistiques sur les dates de début et de fin de saison

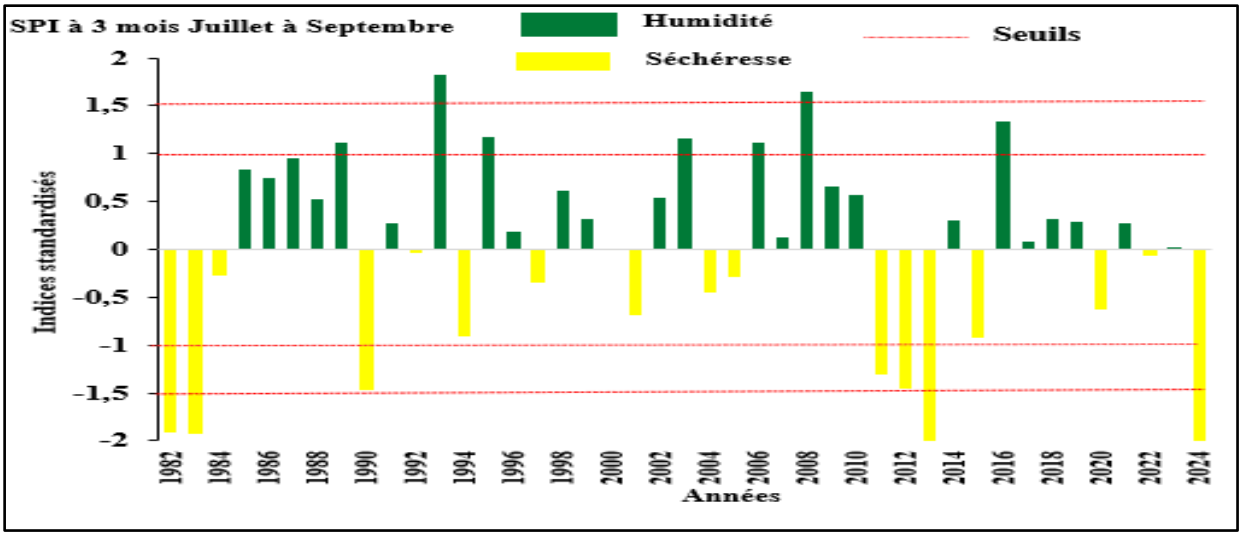
	DEBUT DE SAISON	**FIN DE SAISON**
1982-1989	*08 avril*	*17 octobre*
1990-1999	*17 avril*	*26 octobre*
2000-2009	*25 avril*	*26 octobre*
2010-2019	*20 mai*	*27 octobre*
ECART-TYPE	*23*	*10*
VALEUR MAXIMALE	*09 juillet (2014)*	*06 novembre (2021)*
VALEUR MINIMALE	*26 février (1988)*	*07 octobre (1986)*

Source : A partir des données de l'ANAMET 2024.

De la lecture du tableau II, il ressort que d'une décennie à l'autre, les dates moyennes de début et de fin des saisons variables. Durant la décennie 1982-1989, la date moyenne de début de saison était le 08 avril, comparée au 20 mai pour la décennie 2010-2019. S'agissant de la fin de saison, la date moyenne se situait au 17 octobre pour la décennie 1982-1989, contre 27 octobre pour la décennie 2010-2019. L'écart-type au début de la saison (23) est élevé par rapport à celui de la fin de saison (10). Ces écarts temoignent ainsi de la forte instabilité des dates de débuts de saisons agricoles par rapport à la fin. Ce caractère instable des dates de début et de fin saison ont un impact sur la longueur de la saison culturale.

2.2. Caractérisation de la sécheresse météorologique

La détermination de l'Indice Normalisé de Précipitations (SPI) présente un grand intérêt au cours de l'analyse de l'instabilité pluviométrique. Le SPI permet de quantifier le déficit de précipitations à de multiples échelles de temps. Ainsi, dans cette étude, les SPI sur 3 mois et 6 mois ont été déterminés. La figure 3 présente le SPI sur 3 mois.

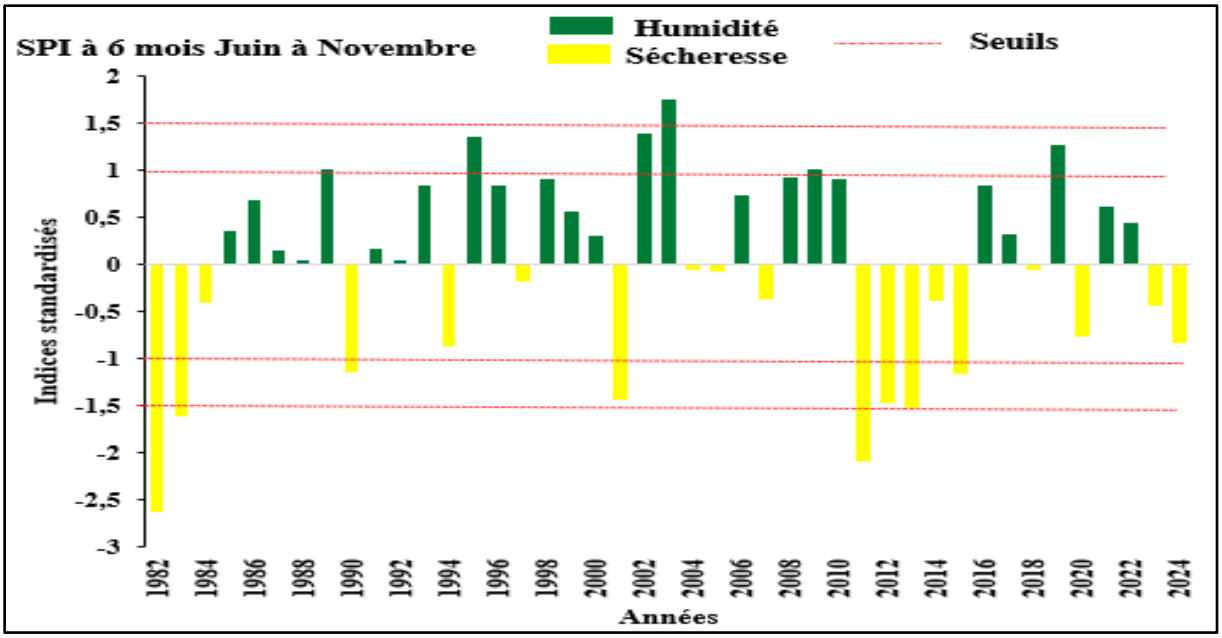


Source : A partir des données de l'ANAMET 2024

Figure 3 : Evolution du SPI sur trois mois (juillet-septembre) de 1982-2024

L'examen de la figure 3 montre les variations du SPI (Standardized Precipitation Index) sur trois mois de juillet à septembre au cours de période considérée. Les indices positifs et négatifs indiquent une succession d'années humides (26) et sèches (16) à des niveaux différents durant les mois de juillet, août et septembre. En effet, les années ayant enregistré une forte humidité sont au nombre de sept (7) (1989, 1993, 2003, 2006, 1995, 2008, et 2016) avec un SPI supérieur à 1, contre dix-neuf (19) années pour une humidité modérée. La période entre 1986 et 2009 montre plus d'années humides que la période après 2010. La même figure renseigne qu'au cours de la période considérée, sept (7) années ont enregistré de fortes sécheresses : 1982, 1983, 1990, 2011, 2012, 2013 et 2024, avec un SPI inférieur à -1 voire proche de -2, contre neuf pour de sécheresses modérées. La sécheresse semble plus fréquente et plus intense après 2010.

À partir de 2010, on observe une baisse générale des épisodes humides et une augmentation des épisodes de sécheresse, signent d'une variabilité pluviométrique susceptible d'avoir un impact sur la culture du maïs. En effet, les stades de développement critiques du maïs se situent durant les mois de juillet, août et septembre et donc le SPI durant ces trois mois présente une idée des tendances pluviométriques qui prévalent lors des stades de développement du maïs. Cependant les conditions normales sur trois peuvent se produire à l'intérieur d'une sécheresse, d'où l'importance d'analyser le SPI sur 6 mois (**figure 4**).



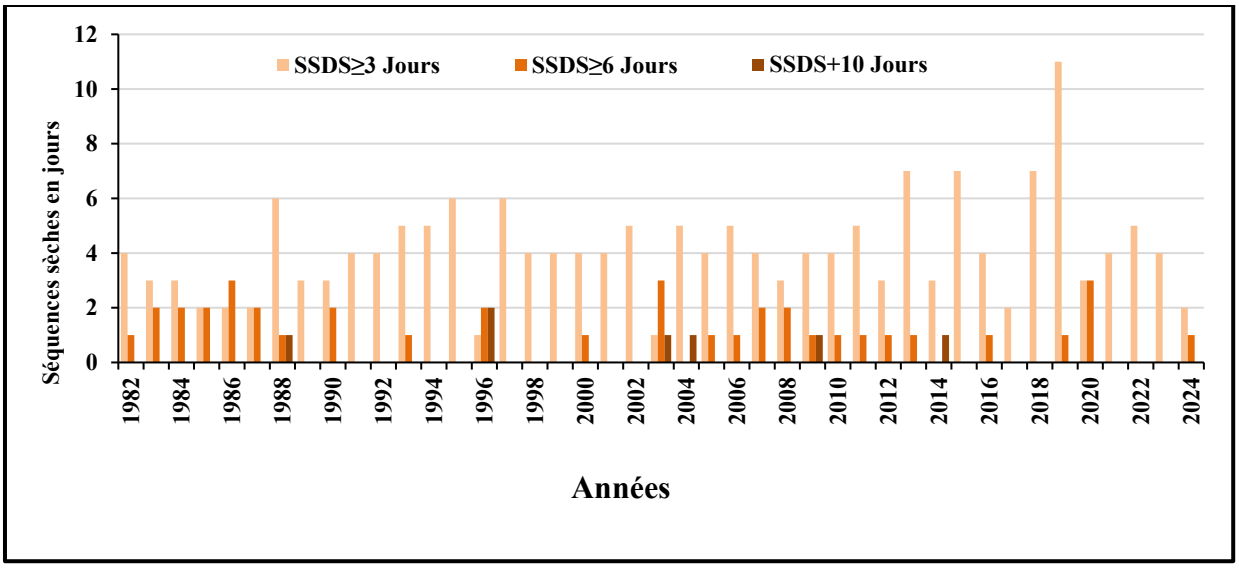
Source : A partir des données de l'ANAMET 2024

Figure 4 : Evolution du SPI sur trois mois (juillet-septembre) de 1982-2024

La figure 4 représente l'indice SPI (Standardized Precipitation Index) calculé sur 6 mois (de juin à novembre), pour la période allant de 1982 à 2024. Il permet d'évaluer les périodes d'humidité (barres vertes) et de sécheresse (barres jaunes) sur une échelle plus longue que celle du SPI à 3 mois. Les années 1982, 1983, 2001, 2011, 2012, 2013 et 2015 se démarquent par un SPI négatif, inférieur à -1, avec des pics atteignant -2 voire -2,5 en 1982 et 2011. Cela indique des périodes de sécheresse sévère à extrême sur plusieurs mois. Les années les plus humides sont 1995, et 2002, 2003 et 2009 avec des SPI dépassant +1,5, signalant des mois de forte humidité. On note une accentuation de la sécheresse de juin à novembre au cours dernières décennies, en particulier depuis 2010, avec moins de périodes humides. Cela implique une dégradation progressive des conditions climatiques, pouvant avoir un impact sur les ressources hydriques, l'agriculture en général et le maïs en particulier. Cette tendance instable de la pluviométrique de la zone de recherche peut favoriser l'apparition des séquences sèches au début et à la fin de saison agricole.

2.3. Séquences sèches intra-saisonnière préjudiciables à la culture du maïs

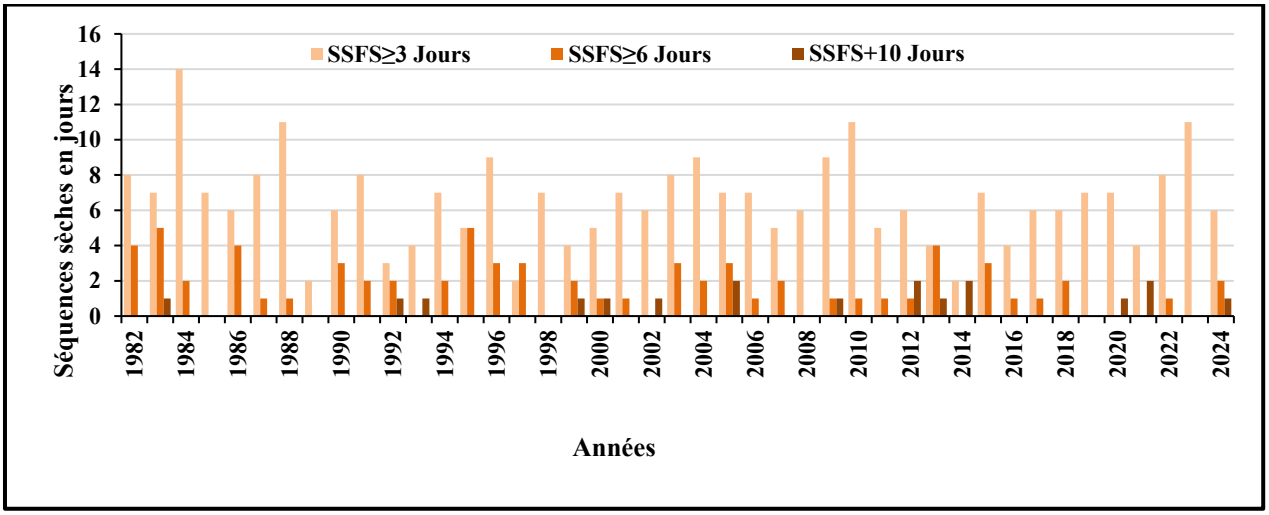
L'analyse des séquences sèches au début et à la fin des saisons agricoles est importante pour appréhender le nombre de jours consécutifs sans pluies pouvant avoir un impact sur la culture du maïs dans la zone de recherche. Les figures 5 présente les séquences sèches au début de la saison (SSDS).



Source : A partir des données de l'ANAMET 2024

Figure 5 : Séquences Sèches au Début de la Saison (SSDS) de 1982-2024

L'examen de la figure 5 montre des séquences sèches au début de la saison (SSDS) (nombre de jours consécutifs sans pluie) au cours de la période considérée. En effet, les SSDS supérieures ou égales à trois jours consécutifs sans précipitations. Ce type de séquence est présent chaque année, avec une fréquence croissante à partir des années 2000. Les pics les plus marqués sont observés en 2013, 2015, 2018 et 2019, indiquant des années avec des séquences sèches élevées au début de la saison agricole. Les SSDS supérieures ou égales à six jours consécutifs sans pluies sont observées presque chaque année. Par contre, les SSDS supérieures ou égales à dix jours sans pluies qui sont rares à travers toute la série considérée. La figure 6 montre les séquences sèches à la fin de la saison (SSFS).



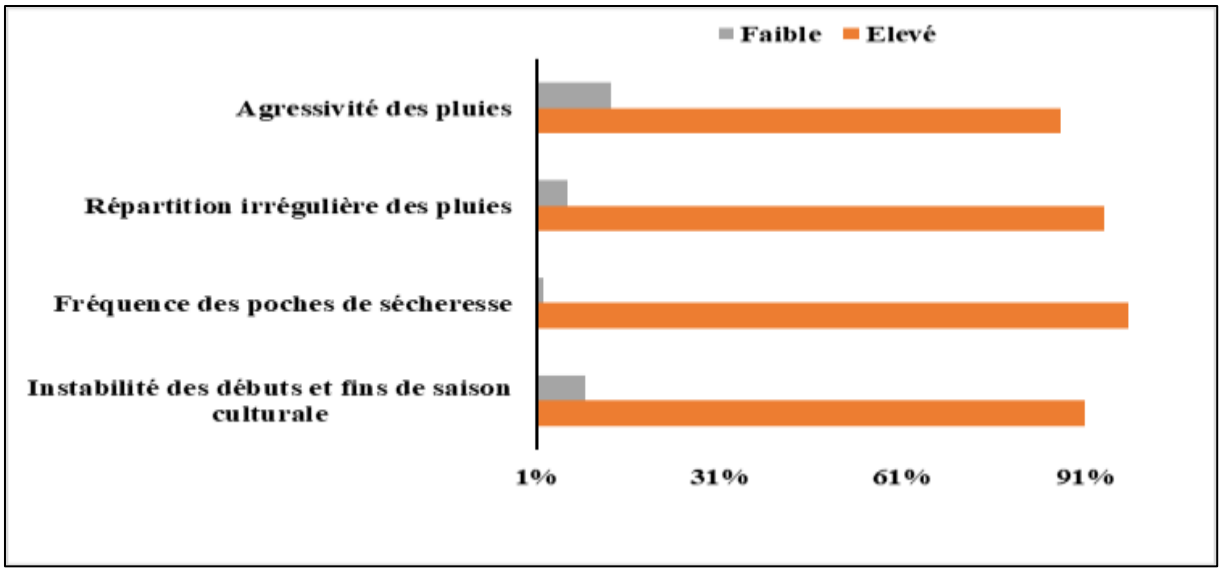
Source : A partir des données de l'ANAMET 2024

Figure 6 : Séquences Sèches au Fin de la Saison (SSFS) de 1982-2024

De la figure 6, il ressort que les séquences sèches à la fin de la saison (SSFS) supérieures ou égales à trois jours consécutifs sans pluies sont présentes chaque année avec des pics en 1984, 1988, 2010 et 2023. Il en est de même pour les SSFS supérieures ou égales à six jours consécutifs sans pluies. Par contre, les SSFS supérieures ou égales à dix sont très rares de 1982 à 2000, mais de plus en plus fréquentes à partir de 2000.
La tendance à l'augmentation de la fréquence et de la durée des périodes sèches au début et à la fin de la saison agricole, surtout après les années 2000 confirme le caractère de plus en plus instable de la pluviométrie intra-saisonnière du climat étudié. Pour mieux mieux appréhender l'impact de l'instabilité pluviométrique intra-saisonnière sur la culture du maïs, les perceptions paysannes ont été examinées.

2.4. *Perceptions paysannes de l'instabilité pluviométrique intra-saisonnière*

Les enquêtes de terrain auprès des agriculteurs du maïs de la commune de Sotouboua 2 ont permis de relever différentes perceptions paysannes sur l'instabilité pluviométrique intra-saisonnière (**Figure 7**).



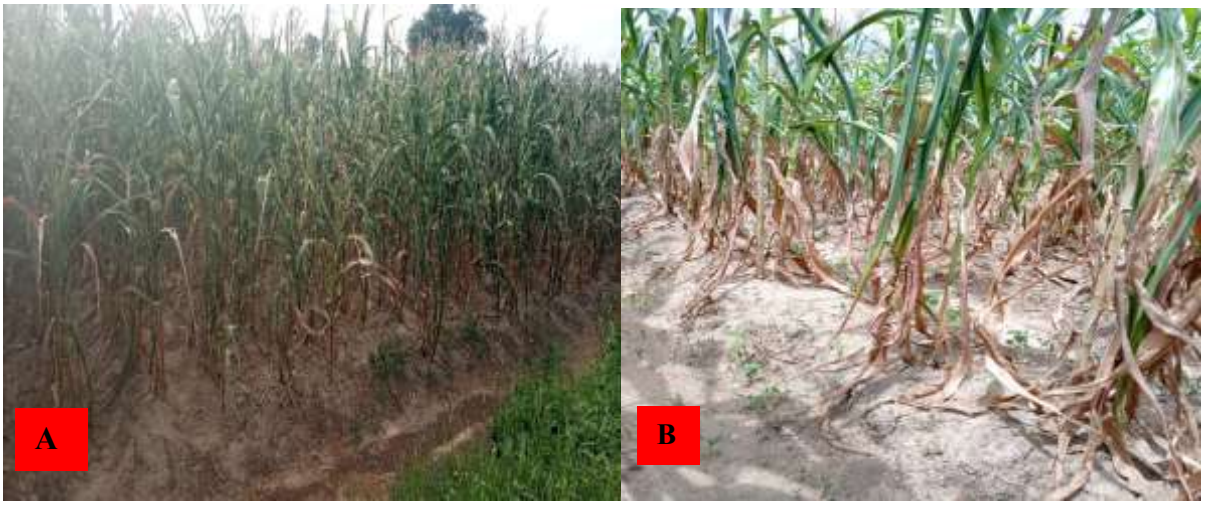
Source : travaux de terrains 2024

Figure 7 : Perceptions paysannes des manifestations de l'instabilité pluviométrique intra-saisonnière

La lecture de la figure 7, permet de se rendre compte que l'instabilité pluviométrique intra-saisonnière se manifeste de plusieurs manières dans la zone de recherche. En effet, 94% des enquêtés pensent que la répartition irrégulière des pluies est élevée. Il en est de même pour la fréquence des poches des poches de sécheresse qui est élevée selon 98% des agriculteurs. La répartition irrégulière des pluies contribue à une concentration des pluies sur une courte période les rendant très agressives et destructrices du maïs 87% des enquêtés. De même, la fréquence de plus en plus élevée

de l'instabilité des débuts et fins de saison agricole selon 91% des agriculteurs impacte négativement la culture du maïs.

Les différentes manifestations de l'instabilité pluviométrique intra-saisonnière constituent un risque sérieux pour le maïs. La planche d'images 1 montre le maïs en situation de déficit hydrique.



Source : Photos prises par Akodabi, 2024

Planche 1 : A : Maïs en déficit hydrique à Aouda et B : Maïs en déficit hydrique à Adjengré

L'observation de la planche de photos 1 montre l'état du maïs dans les conditions de déficit hydrique à Aouda (photo A) et à Adjengré (photo B). L'insatisfaction hydrique au cours des stades critiques du développement du maïs influence la production du maïs dans la zone de recherche. L'instabilité pluviométrique en période de croissance des plantes, impacte négativement la production du maïs. Car en effet, les plantes ont besoin, pour leur développement, d'une régularité des pluies nécessaires à leur croissance.

3. Discussions

L'incertitude climatique à travers le monde constitue un risque sérieux pour les régions essentiellement agricoles. Dans la commune de Sotouboua 2, les conditions climatiques de plus en plus instables depuis plusieurs années impactent les saisons agricoles. Cette étude a permis de mettre en lumière l'instabilité pluviométrique intra-saisonnière de la zone de recherche à travers la mise en évidence de la variabilité des dates de début et de fin de saison, de la sécheresse météorologique et des séquences sèches pluviométriques. Cette étude s'inscrit dans le même sillage que celle de I. YABI (2013, p.6) qui a procédé également à l'analyse de l'incidence de la variabilité pluviométrique de la seconde saison agricole sur la production de l'arachide dans la commune de Savalou au Bénin. A travers son étude, il a montré le caractère instable de la seconde saison agricole qui se manifeste par des débuts tardifs et des fins précoces entrainant le raccourcissement de la saison. En effet, le caractère instable des dates de début et de fin de saison agricole relevé dans le secteur d'étude est un premier

indicateur de l'instabilité pluviométrique. Cette forte variabilité des dates de début et de fin de saison plonge les producteurs de maïs dans l'incertitude totale concernant les périodes de semis. Plusieurs études abordant le même aspect ont montré le caractère instable des dates de début et de fin de saison. Il s'agit entre autres des recherches menées par E. AKODABI (2019, p.59) et E. E. Bedekelabou (2024, p.144) respectivement dans le Canton de Sotouboua au Centre-Togo et en pays Kabyè au Nord-Togo.

Le déficit pluviométrique durant la saison agricole est un facteur limitant la production du maïs. La caractérisation de la sécheresse météorologique à travers la détermination de l'Indice standardisé de Précipitations (SPI) durant la saison agricole montre une succession d'années humides et sèches. Le choix du SPI sur 3 mois de juillet à spetembre, période végétative du maïs et du SPI sur 6 mois de juin à novembre, période couvrant toute la saison culturale dans le secteur, montre une alternance de mois secs et humides avec une prédominance de mois à conditions de risque de sécheresse au cours de cette dernière décennie. Les résultas de cette recherche s'inscrivent dans la même logique que ceux obtenus par C. FAYE *et al*. (2019) dans la vallée du fleuve Sénégal qui ont déterminer les SPI sur 1 mois, 3 mois, 6 mois et sur 12 mois pour quantifier la sécheresse météorologique. De leurs travaux, il ressort une succession des périodes sèches et humides avec des sécheresses les plus longues entre 1980 et 1987. A la différence de l'approche de détermination du SPI de notre étude couvrant la saison agricole, S. PILABINA (2019, pp.80-83), a procédé à la détermination du SPI pour mettre en évidence le déficit interannuelle de la pluviométrie.

Les pauses pluviométriques durant la saison pluvieuse restent prjudiciables aux cultures notamment le maïs. Ainsi, à travers cette étude, les pauses pluviométriques ont été rélevées au cours des différentes saisons agricoles sur la période considérée. L'accent dans cette recherche a été mis sur les séquences sèches pluviométriques au début et à la fin des saisons pluvieuses. Les résultas montrent l'existence des séquences sèches ≥ 3 jours ; ≥ 6 jours et de plus de 10 jours au début et à la fin de la saison pluvieuse. Ces résultats sont en conformité avec ceux obtenus par E. E. Bedekalabou (2024, p.149). En effet, l'auteur a utilisé la même méthode pour ressortir dans son étude en pays Kabyè, les séquences sèches variant entre 4 et 17 à la station de Kara et celles variant entre 4 et 12 jours à la station de Pagouda.

Les différentes manistations de l'instabilité pluviométrique évoquées plus haut sont perçues de diverses manières par les populations agricoles du secteur d'étude. Ces perceptions sont en parfaite concordance avec les données scientifiques témoignant ainsi, d'une instabilité pluviométrique intra-saisonnière dans la zone de recherche.

CONCLUSION

L'instabilité pluviométrique intra-saisonnière dans la commune de Sotouboua 2 a été mis en exergue à travers une analyse approfondie de la pluviométrie au cours des saisons agricoles de 1982 à 2024. Les risques potienls de sécheresse et de pauses

pluviométriques ont été soulevés et dépendent de la gravité et de la durée du déficit hydrique. Cette situation constitue un facteur de vulnérabilité pour le maïs, une plante qui est fragile lors du défcit hydrique. A travers cette étude les dates de début et de fin de saison ont été déterminées, les SPI sur 3 mois et 6 mois ont été calculéset les séquences sèches pluviométriques ont été déterminées afin d'analyser l'instabilité pluviométrique intra-saisonnière pouvant impacter le maïs. Les résultats montrent l'existence d'une variabilité lors des débuts et fins de saison, de la sécheresse d'intensités diverses avec une prédominances des périodes sèches au cours de ces dernières années, des séquences sèches pluviométriques au début et la fin des saisons. La perception de ces différents risques balise le chemin pour une étude approfondie pouvant aboutir à la mise en place des startégies d'adaptation durables pour assurer la sécurité alimentaire des populations dont les sources de revenus et d'alimentations dépendant en grande partie d'une pluviométrie très instable.

Bibliographie

SANE Tidiane, 2017, *Vulnérabilité et adaptabilité des systèmes agraires à la variabilité climatique et aux changements sociaux en Basse-Casamance (Sud-Ouest du Sénégal)*, Thèse de Doctorat de Géographie, Université Cheikh Anta Diop de Dakar et Université Sorbonne Paris Cité, 377 p.

ABEYGUNAWARDENA Piya, VYAS Yogesh, KNILL Philipp, FOY Tim, HARROLD Melissa, STEELE Paul, TANNER Thomas, HIRSCH Danielle, OOSTERMAN Maresa, ROOIMANS Jaap, DEBOIS Marc, LAMIN Maria, LIPTOW Holger, MAUSOLF Elisabeth, VERHEYEN Roda, AGRAWALA Shardul, CASPARY Georg, PARIS Remy, KASHYAP Arun, SHARMA Ravi, MATHUR Ajay, SHARMA Mahesh, SPERLING Frank, 2003, *Pauvreté et changements climatiques, Réduire la vulnérabilité des populations pauvres par l'adaptation*, 68 p.

CHIDUMAYO Emmanuel, OKALI David, KOWERO Godwin et LARWANOU Mohamane, 2011, *Forêts, faune sauvage et changement climatique en Afrique*, African Forest Forum, Nairobi, Kenya, 356 p.

FAO, 2022, Stratégie de la FAO relative au changement climatique 2022-2031, Cent soixante-dixième session, 31 p.

HOUSSOU-GOE Septime Sonagnon Philippe, 2008, *Agriculture et changements climatiques au Bénin : Risques climatiques, vulnérabilité et stratégies d'adaptation des populations rurales du département du Couffo*, Thèse de Doctorat pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome, Université d'Abomey-Calavy (Bénin), 160 p.

DOUKPOLOU Bertrand, NDJENDOLE Sylvain et BOKO Michel, 2012, Perceptions paysannes du changement climatique et ses manifestations dans le Nord-Ouest Centrafricain, *In actes du colloque international sur les défis de l'eau et l'adaptation aux changements climatiques en Afrique, Bangui*, p.19-23.

OUOBA Awa Pounyalo, 2013, Changements climatiques, dynamique de la végétation et perception paysanne dans le Sahel burkinabè, Thèse de doctorat unique de Géographie à l'Université de Ouagadougou, 305 p.
ANDERSON P. Elisabeth, MARENGO José, VILLALBA Ricardo, HALLOY Stephan, YOUNG Bruce, CORDERO Doris, GAST Fernando, JAIMES Ena and RUIZ Daniel, 2016, « Consequences of Climate Change for Ecosystems and Ecosystem Services in the Tropical Andes » 19 p. URL: https://www.researchgate.net/publication/265030120.
AMOUSSOU Ernest, TOTIN VODOUNON Henri Sourou, HOUGNI A., VISSIN Expédit Wilfried, HOUNDENOU Christophe, MAHE Giles et BOKO Michel, 2016, « Changements environnementaux et vulnérabilité des écosystèmes dans le bassin-versant béninois du fleuve Niger », *In Int. J. Biol. Chem. Sci. 10(5)*, p. 2183-2201.
NGUIMALET Cyriaque-Rufin, MAHE Gil, LARAQUE Alain, ORANGE Didier et YAKOUBOU Boris Modeste, 2016, « Note sur le changement climatique et la gestion des ressources en eau en Afrique : Repenser l'usage et l'amélioration des services éco-systémiques d'eau », *In Geo-Eco-Trop, Volume 40, N°4*, p. 317-326.
ZAKARI Soufouyane, TABOU Talahatou et YABI Ibouraïma, 2019, « Risque d'inondation et vulnérabilité de l'élevage bovin dans les communes de la vallée du Niger au Bénin », *In XXXIIème Colloque Internationale de l'AIC Thessaloniki – Grèce*, p. 289-294.
ATIDEGLA Séraphin Capo et KOUMASSI Dègla Hervé, 2022, « Effets de la variabilité climatique sur la production agricole dans la commune de Sô-Ava au Benin et stratégies d'adaptation », *In : American Journal of Innovative Research and Applied Sciences, Volume 14, N°6*, p.330-338.
AHOSSIN Rodrigue, WOKOU Cossi Guy, YABI Ibouraïma, 2023, « Risques agro-climatiques et production agricole dans la commune de zogbodomey au Sud-Benin », *In : African Scientific Journal, Volume 03, Numéro 16*, p. 50-82.
SOVIADAN Mawussi Kossivi, 2016, Impact des changements climatiques sur la production du coton-graine : cas de la région des Savanes, Nord-Togo, Mémoire de Master en Agronomie, H, Togo, 127 p.
MAEP, 2007, Deuxième rapport sur l'état des ressources phylogénétiques pour l'alimentation et l'agriculture au Togo, République Togolaise, 66 p.
ADETOU Afi Etonam et AHLIN A. Ekoutiamé, 2019, « Les changements climatiques empirent la vie au Togo mais sont moins connus par les agriculteurs », *In Dépêche No. 279, Afrobaromètre*, 11 p.
AFFO-DOGO Abalo, 2012, *Vulnérabilité et stratégies d'adaptation des agriculteurs dans la Région des Plateaux au Togo face au changement climatique : cas de la commune rurale de Kpimé*, Mémoire de Master en changement climatique et développement durable, Centre régional AGRHYMET, 81 p.

ADJOUSSI Pessièzoum, 2000, *Changement climatique global : évaluation de l'évolution des paramètres climatiques au Togo*, Mémoire de maîtrise, Département de Géographie, Université de Lomé Togo, 126 p.

ADEWI Essotalani, DUBREUIL Vincent et BADAMELI M. S. Kossi, 2010, « Instabilité pluviométrique dans la région des savanes à l'extrême nord du Togo ». In : *23ième Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Rennes*, p. 36-40.

BADAMELI Atina et DUBREUIL Vincent, 2015, « Diagnostic du changement climatique au Togo à travers l'évolution de la température entre 1961 et 2010 », *In : 28ème colloque de l'Association Internationale de Climatologie*, Liège, p. 421-426.

KOMBATE Bimare, DOURMA Marra, FOLEGA Fousséni, ATAKPAMA Wouyo, WALA Kpèrkourma, BATAWILA Komlan, AKPAGANA Koffi, 2022, « Modélisation spatiale multifactorielle de la vulnérabilité des unités d'occupation du sol face au changement climatique dans la Région Centrale au Togo ». *In : Revue Écosystèmes et Paysages (Togo), N° 02, volume 02*, p. 34-52.

AKODABI Essoyomèwè, 2019, perceptions paysannes de la variabilité pluviométrique et stratégies d'adaptations dans le Canton de Sotouboua, *Mémoire de Master, Université de Kara, 131 p.*

YABI Ibouraïma, 2013, « Incidences de la variabilité de la durée de la seconde saison agricole sur la production de l'arachide dans la commune de Savalou au Bénin », *In :* Revue de géographie du laboratoire Leïdi – ISSN0051 – 2515 –N°11*, p. 58-74.*

BEDEKELABOU Esso-Solame Epiphanie, 2024, *L'agriculture familiale face à la variabilité climatique en pays Kabyè au Nord-Togo : l'enjeu de la sécurité alimentaire*, Thèse de Doctorat, Université de Kara, 329 p.

FAYE Cheikh, BA Djibrirou Daouda et SY Baba, 2019, « Quantification de la sécheresse météorologique par les indices standardisés de précipitations dans la vallée du fleuve Sénégal, de 1980 à 2017 », *In : Revue de géographie du laboratoire Leïdi_ ISSN 0851-2515_N°21*, p. 108-122.

PILABINA Somiyabalo, 2019, Dynamique du climat dans le Togo central et septentrional, Thèse de Doctorat, Université de Lomé, 318 p.