

## **Incidence of Seasonal Precipitation on Corn Production and Some Resilient Strategies in Touboro (North Cameroon) of 2002-2022**

### **Incidence des précipitations saisonnières sur la production du maïs et quelques stratégies résilientes à Touboro (Nord-Cameroun) de 2002-2022**

MENA Marin Sylvère Marie, LILA Reni Bibriven, BAWA Alphonse  
*Département de Géographie, Faculté des Arts, Lettres et Sciences Humaines  
Université de Ngaoundéré*

**Abstract:** This research aims to establish a link between rainfall variability and corn production in the Touboro district between 2002 and 2022. The objective of this work is to offer resilient solutions in the face of the harmful consequences of fluctuations in precipitation. To carry out our reflection, we have combined not only the descents on the ground, make use of several variants such as: normal, scales (sequential, decennial and five-year), standard deviations, clues of rain but also we opted for a much more hypothetical-deductive technique. Thanks to these different approaches, the analyzes reveal that: precipitation is characterized by fluctuations in which deficits and pluviometric excess. Despite the rainfall oscillations, seasonal and annual precipitation is more at least constant. Pluviometric anomalies affect agricultural activities to cause the production of corn production. Thus, precipitation turns out to be one of the key factors in the corn production process. To this essential variable is added other elements that can influence production, namely: temperature, wind, soil, cultivation techniques, quality of seed etc. Faced with these multiple problems such as rainfall deficit, the proliferation of pilgrim locusts, crop floods, soil infertility, peasants have implemented some adaptation techniques, namely: fertilizer intensification, Date dispersion of sowing, the Polyculture and the market garden. Despite these strategies, farmers have trouble adapting truly to rainfall variability. For this purpose, it is imperative to multiply strategies, to strengthen resilient capacities to activities in order to reduce the impact of climate change guaranteeing sustainable and less vulnerable culture. To this end, we must promote the association both researchers, agronomist engineers, peasants, state authorities and non -governmental organizations (NGOs).

**Résumé:** Cette recherche vise à établir un lien entre la variabilité pluviométrique et la production du maïs dans l'arrondissement de Touboro entre 2002 et 2022. L'objectif de ce travail consiste à proposer des solutions résilientes face aux conséquences néfastes des fluctuations des précipitations. Pour mener à bien notre réflexion, nous avons combiné non seulement les descentes sur le terrain, fait usage à des variantes telles que : les normales, les échelles (séquentielles, décennales et quinquennales), les écart-types, les indices de pluviosité mais aussi nous avons opté pour une technique beaucoup plus hypothético-déductive. Grâce à ces différentes démarches, les analyses révèlent que : les précipitations se caractérisent par des fluctuations où s'alternent les déficits et les excédents pluviométriques. En dépit des oscillations pluviométriques, les précipitations saisonnières tout comme annuelles sont plus au moins constantes. Les anomalies pluviométriques affectent les activités agricoles de manière à entraîner la baisse de la production du maïs. Ainsi, les précipitations se révèlent être l'un des facteurs clés dans le processus de production du maïs. À cette variable essentielle s'ajoute d'autres éléments qui peuvent influencer la production à savoir : la température, le vent, le sol, les techniques culturales, la qualité de semence etc. Face à ces multiples problèmes tels que le déficit pluviométrique, la prolifération des criquets pèlerins, des inondations de cultures, infertilité du sol, les paysans ont mis en place quelques techniques d'adaptation à savoir : l'intensification des engrais, la dispersion de date de semis, la polyculture et la maraichère. Malgré ces stratégies, les agriculteurs ont du mal à s'adapter véritablement à la variabilité pluviométrique. Il est à cet effet impératif de multiplier les stratégies, de renforcer les capacités résilientes aux activités afin de réduire l'impact du changement climatique gage de la culture durable et moins vulnérable. À cet effet, il faut promouvoir l'association à la fois des chercheurs, des ingénieurs agronomes, des paysans, des autorités étatiques et des Organisations Non Gouvernementales (ONG).

## Introduction

La question du changement climatique est aujourd'hui préoccupante partout dans le monde à cause de ses dégâts observés sur plusieurs domaines de la vie. Ainsi, le secteur agricole n'y échappe pas. Au Cameroun par exemple, le secteur agricole est l'un des secteurs les plus affectés par les changements climatiques (PNACC, 2015). L'agriculture étant la principale activité dans la commune de Touboro, est malheureusement soumise aux effets de changement climatique notamment aux fluctuations pluviométriques qui se traduisent par des nombreuses anomalies pluviométriques. La culture du maïs occupe une place importante tant du point de vue sociale (source d'alimentation pour de nombreuses familles) qu'économique (source de revenu). Cependant, elle reste et demeure fragile face aux effets de changement climatique. Puisque que celui-ci impacte directement plus de 70 % de la population, dont les moyens de subsistance dépendent directement de l'agriculture (CCDR, 2022). Les précipitations constituent un des éléments du climat indispensable aux activités agricoles. La diminution sensible de la production agricole nationale est en rapport avec l'irrégularité et la baisse brutale voire prolongée des hauteurs pluviométriques. Les fluctuations climatiques entraînent non seulement une modification des systèmes culturaux, engendrent un déficit de la balance commerciale mais aussi ébranlent le système économique y compris tout le tissu social. Les modifications des systèmes culturaux s'expliquent par l'irrégularité des précipitations. L'agriculture étant essentiellement pluviale, ce qui traduit que les perturbations du régime pluviométrique puissent provoquer des dysfonctionnements des activités agricoles. Pour réduire la vulnérabilité de la population de Touboro notamment des agriculteurs aux effets néfastes de changement climatique et de garantir leur sécurité alimentaire, il est impératif de comprendre non seulement l'évolution des précipitations mais aussi ses effets sur la production du maïs afin de développer des stratégies innovantes.

## 1. Présentation du site d'étude, approche méthodologique et contextuelle

### 1.1 Présentation du site d'étude

La commune de Touboro créée en 1982 est située dans la région du Nord précisément dans le département de Mayo-Rey. Elle est limitée au Nord par la Commune de Madingring, à l'Ouest par la Commune de Tcholiré, au Nord-Est par la République du Tchad, au Sud-Est par la République Centrafricaine (RCA), au Sud par la Commune de Bélel et Djohong dans la région de l'Adamaoua et au Sud-Ouest par la Commune de Nghanha dans la région de l'Adamaoua. L'arrondissement de Touboro couvre une Superficie de 16 610Km<sup>2</sup>. Cette commune se caractérise par un climat du type soudanien dont la végétation est la savane. L'activité principale de cette localité est l'agriculture. Cette activité est développée grâce à la diversité de sols que renferme cette localité à savoir : les sols argilo sableux, les sols sédimentaires et les sols argileux (PCD, 2014). Cette ville offre une gamme variée des reliefs dont l'altitude oscille entre 488mm et 1270mm (Image SRTM et Base de données SOGEFI, 2020). Les cours d'eau les plus saillants de la commune de Touboro sont le Mayo Bini, le Mbéré et la Vina. La figure 1 présente la carte de localisation la commune de Touboro.

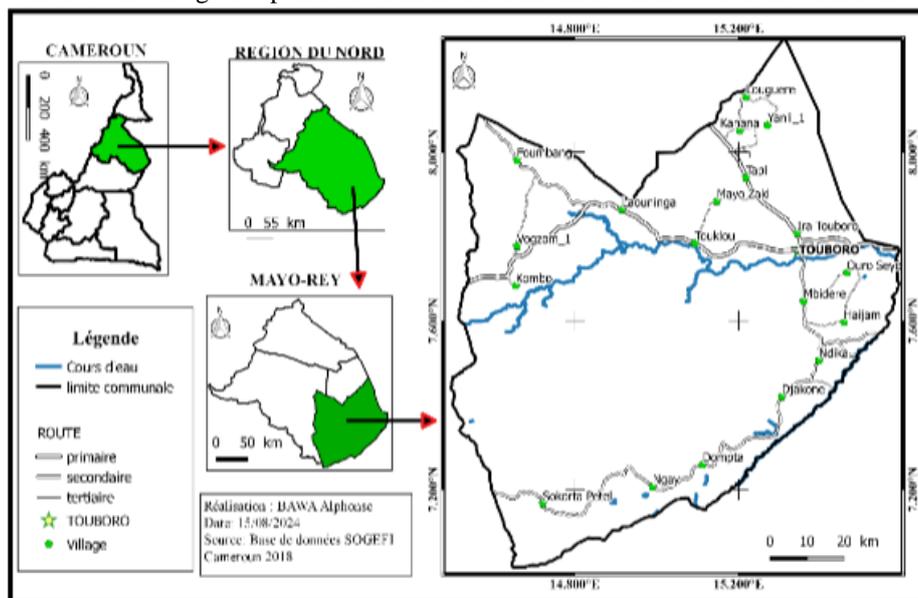


Figure 1 : Carte de localisation

## 1.2 Approche méthodologique

La méthodologie de cette étude repose à la fois sur la recherche documentaire (articles, mémoire, thèses, livres, journaux), la descente sur le terrain (observation, exploration, entretiens, enquêtes), le traitement et analyses des données. Pour traiter et analyser les données pluviométriques, nous avons fait usage de :

Les totaux pluviométriques : Les totaux ont permis d'étudier la quantité des pluies et leurs rythmes. Ils sont calculés par la méthode du simple cumul :  $P = \sum Pi$

La moyenne arithmétique : cette moyenne est utilisée pour évaluer le régime pluviométrique de ville de Touboro. C'est le paramètre fondamental de tendance centrale représenté par la formule suivante :

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n xi$$

L'écart type noté ( $\sigma$ ) permet d'évaluer la dispersion autour de la moyenne « la normale ». Il est l'indicateur de la variabilité par excellence et, de ce fait, détermine la dispersion des différentes valeurs autour de la moyenne : avec  $V$  pour variance.

Le calcul de l'écart-type permet de standardiser les données pour les transformer en anomalies centrées et réduites ou ACR, donnant ainsi à chaque valeur le même poids. Les ACR sont des indices pluviométriques, elles permettent de distinguer sur un graphique les années humides (excédentaires) et les années sèches (déficitaires).

Il est obtenu par la formule suivante :

$$\sigma = \sqrt{V} \text{ Or}$$

$$V = \sum \frac{(xi - \bar{X})^2}{N}$$

Le coefficient de corrélation de Pearson est défini en statistique comme la mesure de la force de la relation entre deux variables et leur association l'une à l'autre. En d'autres termes, le coefficient de corrélation de Pearson calcule l'effet du changement d'une variable lorsque l'autre variable change.

Dans cette étude, le coefficient de corrélation de Pearson nous a permis de déterminer la relation entre la précipitation (élément du climat) et la production du maïs. Ce test permet également de déterminer la force du lien. Le test de Pearson est noté  $r$  et sa valeur se situe entre  $-1$  et  $1$ . Si  $r$  est proche de  $1$  la corrélation entre deux variables est fortement positive. Si  $r$  est proche de  $0$ , la corrélation est positive et faible. Par contre, si  $r$  est proche de  $-1$ , la relation devient fortement négative. Dans le cas où les deux variables ont une faible corrélation,  $r$  est plus proche de  $0$  que  $-1$ . Toutefois, il peut ne pas avoir un lien entre deux variables, dans ce cas  $r$  est égal à  $0$ .

Indice standardisé des précipitations ou indice de Nicholson est utilisé pour étudier la variabilité pluviométrique et de mettre en relief les années sèches et les années humides. Il est encore appelé indice centré des réduits.

Cet indice est défini par la formule suivante :  $SPI = \frac{XI - \bar{X}}{\sigma}$  où

IPA : Indice de pluie de l'année considérée

$Xi$  : hauteur de pluie de l'année considérée

$\bar{X}$  : Moyenne interannuelle

$\sigma$  : Écart type des pluies annuelles.

Les valeurs positives traduisent des périodes pluviométriques excédentaires tandis que les valeurs négatives indiquent les déficits pluviométriques. Cet indice est choisi parce qu'il est recommandé par l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM 2012). (Confère tableau 1).

**Tableau 1:** classification du SPI

Classe du SPI	Degré de la sécheresse
$SPI > 2$	Humidité extrême
$1 < SPI < 2$	Humidité forte
$0 < SPI < 1$	Humidité modérée
$-1 < SPI < 0$	Sécheresse modérée

$-2 < \text{SPI} < -1$	Sècheresse forte
$\text{SPI} < -2$	Sècheresse extrême

Source : Organisation Météorologique Mondiale (OMM) 2012

Coefficient de variation (CV) mensuelle ou annuelle est le rapport entre l'écart type d'un mois ou d'une année donnée par rapport à la moyenne de ce mois ou année. Le CV élevé traduit une forte variabilité des éléments alors qu'un faible coefficient indique des irrégularités.

Le coefficient est défini par la formule suivante :

$$\text{CV} = 100 \times \frac{\sigma}{\bar{x}_i}$$

Indice d'aridité Martonne est un indice qui permet de déterminer le type d'un climat d'une zone, région donnée. Il est énoncé selon la formule suivante :

$$I_a = \frac{P}{T + 10}$$

### 1.3 Approche contextuelle

La commune de Touboro, située dans la région du Nord du Cameroun, est un véritable bassin agricole, où le maïs constitue une des cultures vivrières. En tant que culture de base, le maïs joue un rôle crucial dans la sécurité alimentaire et les moyens de subsistance des populations locales. Cependant, la production du maïs est fortement tributaire aux conditions climatiques, notamment à l'évolution de la pluviométrie. Au cours des dernières décennies, la variabilité pluviométrique a été de plus en plus marquée dans cette région, par des fluctuations significatives entre les années humides et sèches. Les données météorologiques témoignent une irrégularité des précipitations, avec des périodes d'excès et de déficits qui affectent directement les cycles de culture et les rendements agricoles. Les années où les précipitations dépassent la moyenne, elles peuvent entraîner des inondations. Ce qui affecte les cultures. Cette situation s'est observée à Touboro en 2010, 2012, 2015 où nous avons respectivement enregistré d'abondantes pluies telles que : 1351mm, 1569mm, 1905mm. Celles-ci ont provoqué des inondations au point d'envahir des centaines d'hectares de cultures précisément à Mbeing et les villages environnants. Par contre, les années sèches marquées par des stress hydriques, compromettant la germination et la maturation des plants de maïs. Cette problématique des précipitations déficitaires est le cas de 2016 qui avec ses 1074mm a été la plus aride.

Durant l'année 2016, très aride, se sont ajoutées : les rongeurs, rats, foreur, piqueurs suceurs si bien que nous avons relevé d'importants dégâts qui ont été à l'origine de la destruction des plantes sur 555 hectares à Yanli, sur 150 hectares à Touboro et sur 350hectares à Mbai-mboum

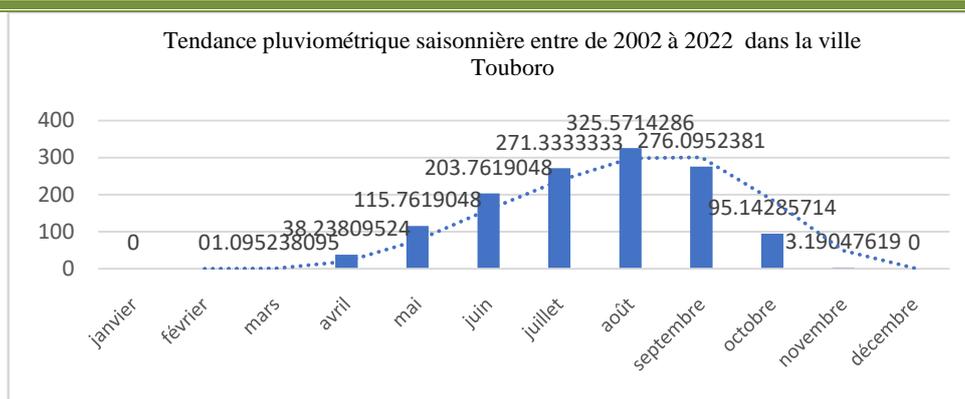
La variabilité climatique ne se limite pas seulement aux quantités de pluie, mais elle englobe également la distribution temporelle des précipitations. Des pluies tardives ou irrégulières peuvent réduire la fenêtre de semis optimale pour le maïs, ce qui conduit à des rendements inférieurs. De plus, les changements climatiques globaux exacerbent ces phénomènes, rendant l'agriculture encore plus vulnérable aux aléas climatiques. Dans ce contexte, il devient impératif d'analyser comment ces variations pluviométriques influencent la production de maïs à Touboro. Cette analyse permettra non seulement de mieux comprendre les défis auxquels sont confrontés les agriculteurs locaux, mais aussi d'implanter des stratégies résilientes des systèmes agricoles face aux incertitudes climatiques. En somme, étudier l'impact de la variabilité pluviométrique sur la production du maïs à Touboro est essentiel pour garantir la sécurité alimentaire et le développement durable dans cette région vulnérable.

## 2. Evolution saisonnière et leur impact sur la production du maïs

### 2.1 Typologies des saisons

La saison correspond à la période de l'année plus au moins longue, caractérisée par un climat relativement constant et une température. Cette notion est également définie par Paul Moby Etia cité par Mbaïamdene Carine (2023) comme étant un moment de l'année caractérisé par des écarts thermiques et apport pluviométrique d'une année à l'autre et même d'un mois à l'autre.

La figure 2, nous présente l'étalement des saisons à Touboro. Ainsi, il ressort qu'il existe deux saisons dans la localité de Touboro. On distingue : une longue saison de pluies de 7 mois qui s'étale d'avril à octobre et une courte saison sèche de 5 mois qui s'étend de novembre à mars. La figure 2 donne encore plus des détails sur la répartition saisonnière dans la localité de Touboro.



**Figure 2 :** Délimitation saisonnière entre de 2002 à 2022 dans la ville Touboro

**Source :** Données pluviométriques de la SODECOTON, réalisé par BAWA Alphonse, 2024

**2.2 Evolution des précipitations saisonnières**

**2.2.1 Les saisons sèches de plus en plus arides à la station météorologique de Touboro 2002-2022**

La saison sèche se caractérise par une aridité avec des précipitations souvent négligeables. Dans l’arrondissement de Touboro, cette saison se distingue par une pluviométrie très faible et une moyenne estimée à 4,28mm. Dans le cadre de cette étude, l’analyse des saisons sèches vise à clarifier les dates de début et celles de la fin de cette saison dans la commune de Touboro. L’objectif est d’aider les agriculteurs à déterminer précisément la durée de la saison sèche mais aussi à se préparer pour le lancement des activités agricoles. La saison sèche compte 5 mois (novembre, décembre, janvier, février et mars) dans la localité de Touboro. Le tableau 2 donne une vue globale des saisons durant la période de 2002 à 2022.

**Tableau 2 :** Récapitulatif des hauteurs et des écarts à la moyenne des saisons sèches

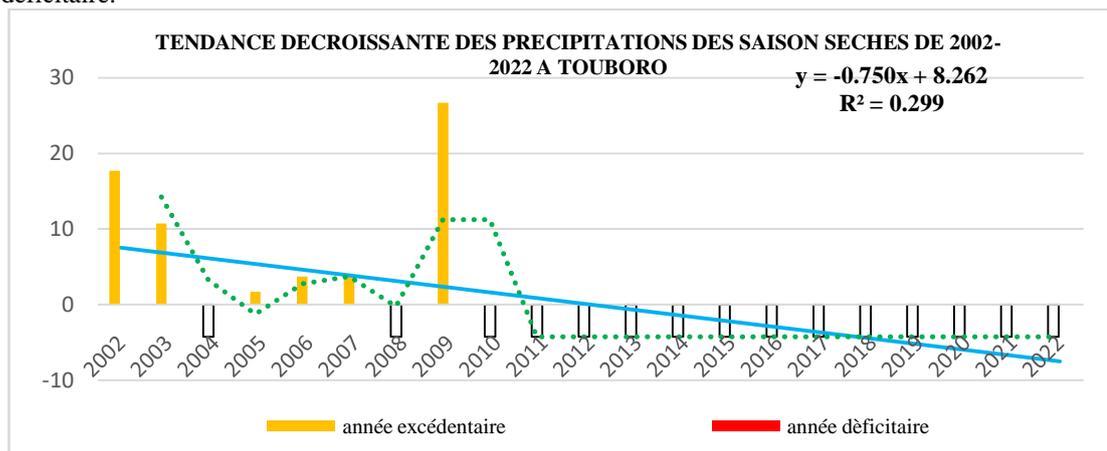
Années	HSS	HMSS DE 2002-2022	Observation	
			Excédentaire	Déficitaire
2002	22	4,28	17,72	
2003	15	4,28	10,72	
2004	0	4,28		-4,28
2005	6	4,28	1,72	
2006	8	4,28	3,72	
2007	8	4,28	3,72	
2008	0	4,28		-4,28
2009	31	4,28	26,72	
2010	0	4,28		-4,28
2011	0	4,28		-4,28
2012	0	4,28		-4,28
2013	0	4,28		-4,28
2014	0	4,28		-4,28
2015	0	4,28		-4,28
2016	0	4,28		-4,28
2017	0	4,28		-4,28
2018	0	4,28		-4,28
2019	0	4,28		-4,28
2020	0	4,28		-4,28
2021	0	4,28		-4,28
2022	0	4,28		-4,28
<b>Total</b>			<b>6</b>	<b>15</b>

**Source :** Données pluviométriques de la SODECOTON, réalisé par BAWA Alphonse, 2024

Le tableau 2, présente un aperçu des saisons sèches en mettant en exergue leur évolution entre 2002 et 2022. Il ressort de ce tableau que les saisons sèches enregistrent en moyenne une pluviométrie de 4,28mm. La saison sèche de 2009 avec une hauteur pluviométrique de 31mm a été la plus arrosée entre 2002 et 2022. La

majorité des saisons sèches avec un cumul pluviométrique de 0mm constitue des records déficitaires. Au cours de l'intervalle 2002-2022, on dénombre 15 saisons sèches déficitaires soit un pourcentage de 71,43% et 6 saisons sèches excédentaires soit un pourcentage de 28,57%. Cette prédominance des saisons sèches déficitaire témoigne l'existence d'une décroissance de la pluviométrie. De même, nous relevons du tableau 2 que si entre 2002 et 2009, les saisons sèches sont majoritairement et particulièrement humides, il n'en demeure pas moins qu'elles sont totalement déficitaires entre 2010 et 2022.

A travers ce tableau, nous pouvons déduire que l'évolution des saisons sèches à Touboro entre 2002 et 2022 a été marquée par une courte période humide (2002-2009) et une longue période sèche (2010-2022). La figure 3 confirme non seulement la décroissance pluviométrique répartie en une courte phase humide et longue période déficitaire.



Source : Données pluviométriques de la SODECOTON, réalisé par BAWA Alphonse, 2024

Figure 3 : Tendence décroissante des précipitations des saisons sèches de 2002-2022 à Touboro

### 2.2.2 Tendence plus au moins croissante de la pluviométrie des saisons de pluies

La saison des pluies est une période de l'année caractérisée par des précipitations abondantes et régulières ainsi qu'une humidité élevée. Cette analyse des saisons des pluies permet de déterminer non seulement la durée de cette saison mais aussi d'avoir une précision sur le début et la fin dans l'arrondissement de Touboro. A partir de cette précision sur le démarrage et la fin des saisons des pluies, l'on pourra alors établir un nouveau calendrier agricole qui sera considéré comme un guide pour les agriculteurs. Cela contribuera à une meilleure gestion des activités agricoles. La saison de pluies compte 7 mois (avril, mai, juin, juillet, août, septembre et octobre) dans la commune de Touboro. Le tableau 3, présente le bilan de l'évolution des saisons de pluies entre 2002 et 2022 dans l'arrondissement de Touboro.

Tableau 3 : Synthèse des hauteurs et des écarts à la moyenne des saisons des pluies

Années	HSP mm	HMSP DE 2002-2022	Observation	
			Excédentaire	Déficitaire
2002	1057	1325,90		-268,9
2003	1484	1325,90	158,1	
2004	1293	1325,90		-32,9
2005	1162	1325,90		-163,9
2006	1469	1325,90	143,1	
2007	1206	1325,90		-119,9
2008	1497	1325,90	171,1	
2009	1224	1325,90		-101,9
2010	1351	1325,90	25,1	
2011	1395	1325,90	69,1	
2012	1569	1325,90	243,1	
2013	1186	1325,90		-139,9
2014	1331	1325,90	5,1	
2015	1905	1325,90	579,1	
2016	1074	1325,90		-251,9

2017	1444	1325,90	118,1	
2018	1133	1325,90		-192,9
2019	1268	1325,90		-57,9
2020	1229	1325,90		-96,9
2021	1240	1325,90		-85,9
2022	1327	1325,90	1,1	
<b>Total</b>			<b>10</b>	<b>11</b>

Source : Données pluviométriques de la SODECOTON, réalisé par BAWA Alphonse, 2024

Le tableau 3 relève que les saisons des pluies ne constituent pas seulement l’apanage de l’humidité dès lorsqu’il existe des saisons de pluies déficitaires. Pendant que 10 saisons de pluies sont excédentaires, 11 se distinguent par des déficits pluviométriques. Ce qui traduit un tout petit équilibre entre les excédents et les déficits et par ricochet une constance dans l’évolution des saisons de pluies. Les saisons de pluies de 2002-2022 ont enregistré une moyenne de 1325,90 mm dans la commune de Touboro. L’année 2015 avec une hauteur pluviométrique de 1905mm a été la plus humide. Par contre, la saison de pluies la plus déficitaire a été celle de 2002 avec une hauteur pluviométrique de 1057mm. L’observation de la figure 4, présente une courbe de tendance linéaire constante en dépit des oscillations enregistrées entre les excédents et les déficits pluviométriques.

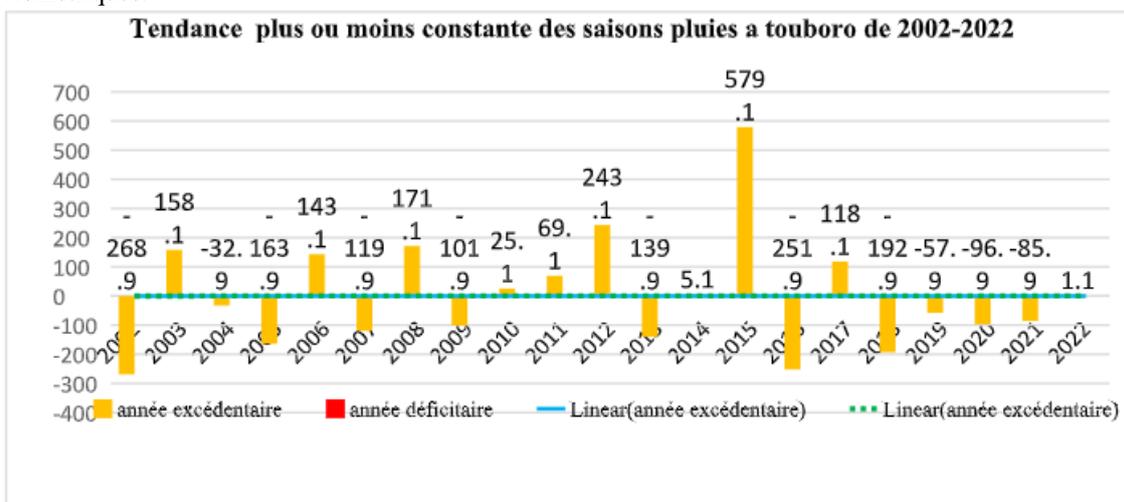


Figure 4 : Tendance plus au moins constante des saisons de pluies à Touboro de 2002 à 2022

Source : Données pluviométriques de la SODECOTON, réalisé par BAWA Alphonse, 2024

### 2.3 Impacts de l’évolution des précipitations saisonnières sur la production du maïs

#### 2.3.1 Impacts des séquences sèches pendant les saisons de pluies

Dans la commune de Touboro, nous constatons très souvent l’existence des séquences sèches de 10 à 15 jours. Ces périodes d’interruption des pluies s’accompagnent par des températures favorables à la prolifération des insectes. Ces criquets pèlerins et dévoreurs des plantes freinent la croissance de la culture du maïs puisque ceux-ci s’attaquant aux feuilles. (Voir la planche 1).



Source : investigation du terrain

Planche 1: Conséquences des séquences sèches

La photo (A) montre le dégât des criquets pèlerins sur les feuilles du maïs. En effet, les séquences sèches s’accompagnent beaucoup de l’évasion des insectes et criquets. Ces insectes pèlerins détruisent les feuilles de la plante du maïs. La photo (B) met en exergue l’attaque de *spodoptera frugiperda*. Ce qui témoigne que les séquences sèches favorisent l’existence des chenilles.

### 2.3.2 Corrélation entre les saisons de pluies et la production du maïs à Touboro

La figure 5 met en exergue le lien entre les saisons de pluies et la production du maïs à Touboro entre 2002 et 2022. De cette figure, nous notons trois principales tendances à savoir :

Premièrement, les saisons de pluies et la production du maïs sont en déphasages car il y a contradiction entre l’évolution des précipitations et la production du maïs. Nous notons en illustration les saisons 2002, 2003, 2006, 2008, 2013, 2015, 2018, 2019, 2021 et 2022.

Deuxièmement, il y a une simultanéité croissante entre les saisons de pluies et la production du maïs. En effet, les saisons de pluies et la production du maïs de 2010, 2011, 2012, 2014 et 2017 ont connu une évolution.

Troisièmement, il se présente une similarité déficitaire. C’est ainsi qu’existe des saisons dont la pluviométrie et la production sont à la fois décroissantes. On peut citer en illustration les saisons de 2004, 2005, 2007, 2009 et 2020. (Voir la figure 5).

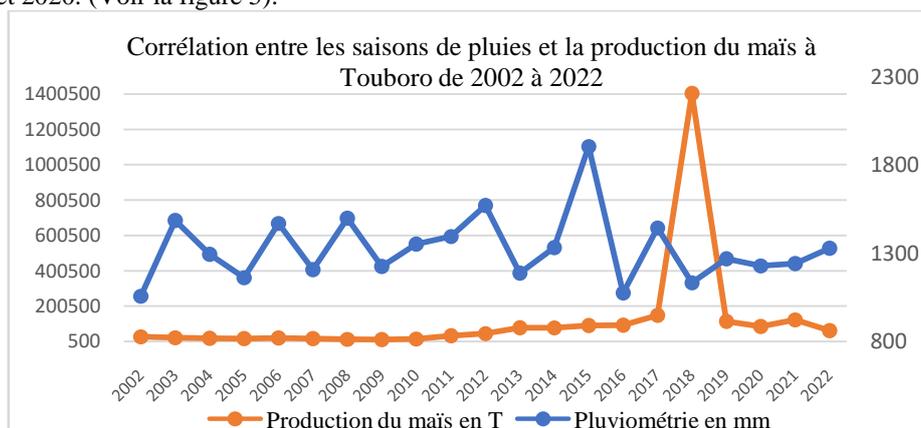


Figure 5: Corrélation entre les saisons de pluies et la production du maïs

Source : Données de DAADER de Touboro, réalisé par BAWA Alphonse, 2024

### 2.3.2.1 Degré d'incidence des saisons de pluies sur la production du maïs à travers le test de corrélation de Pearson

Pour voir effectivement qu'il y a une dépendance entre les saisons de pluies et la production du maïs, il est nécessaire de faire appel à la corrélation de Pearson dont le tableau nous le présente.

**Tableau 4** : Bilan de la Corrélation entre les saisons de pluies et la production du maïs

variables corrélées	Coefficient de corrélation r	Coefficient de détermination r <sup>2</sup>	Proportion dans le changement en %
Saisons de pluies et production du maïs	-0,21	0,04	4

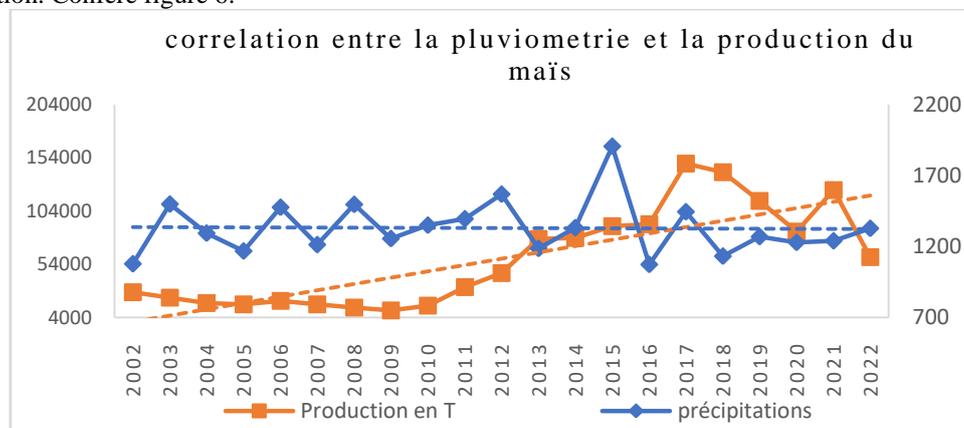
Source : Données de DAADER et de la SODECOTON de Touboro, réalisé par BAWA Alphonse, 2024.

Il ressort du tableau 4, qu'il existe une corrélation négative notée r dont la valeur est de -0,21 entre les saisons de pluies et la production du maïs à Touboro de 2002 à 2022. Ainsi, pour déterminer le degré d'implication des saisons de pluies sur la production du maïs, le coefficient de détermination a été calculé où r<sup>2</sup>=0,04. Nous pouvons conclure alors que les saisons de pluies de impactent sur la production du maïs avec une proportion de 4%.

### 2.3.3 Corrélation entre la pluviométrie annuelle et la production du maïs

La figure 6, met en exergue la corrélation entre la pluviométrie et la production du maïs à Touboro de 2002 à 2022. Il ressort de cette figure que sur les 21 années étudiées, 9 années sont en déphasages. Autrement dit, nous pouvons assister à des situations où la production du maïs n'obéit pas au rythme pluviométrique. Cette situation est le cas de 9 années à savoir : 2002, 2003, 2007, 2008, 2013, 2014, 2016, 2019, 2022.

Par contre, nous constatons des faits similaires. Pendant que les années 2006, 2010, 2011, 2012, 2015, 2017, 2021 se caractérisent par des excédents pluviométriques, nous observons simultanément des excédents de production. Aussi, 5 années (2004, 2005, 2009, 2018, 2020) sont déficitaires se sont accompagnées des déficits de production. Confère figure 6.



Source : Données de DAADER de Touboro, réalisé par BAWA Alphonse, 2024

Figure 6: Corrélation entre la pluviométrie annuelle et la production du maïs

### 2.3.3.1 Degré d'implication des précipitations sur la production à l'hectare du maïs à travers le test de corrélation de Pearson.

Le tableau 5, témoigne la dépendance de la production du maïs aux fluctuations des précipitations. Il ressort qu'il existe un lien entre la pluie et la production du maïs malgré une faible implication des précipitations dans la production du maïs. (Confère tableau 5)

**Tableau 5** : Bilan de la Corrélation entre la pluviométrie annuelle et la production du maïs

Variable corrélée	Coefficient de corrélation r	Coefficient de détermination r <sup>2</sup>	Proportion dans le changement en %
Pluviométrie	-0,0654	0,0043	0,43

Source : Données de DAADER et de la SODECOTON de Touboro, réalisé par BAWA Alphonse, 2024.

Le tableau 5 montre le degré d'implication de la variable pluie sur la variation de la production du maïs dans la localité de Touboro de 2002-2022. Il ressort de ce tableau que le rapport entre la pluie et la production du maïs appelé coefficient de corrélation noté  $r$  est de -0,0654. Le coefficient de détermination noté  $r^2$  est de 0,0043. Les précipitations s'impliquent à la hauteur de 0,43% dans la production du maïs. À travers ces différents résultats présentés par ce tableau, il ressort qu'il existe un lien entre les précipitations et la production du maïs dans la localité de Touboro.

### **3. Quelques stratégies résilientes visant à réduire la vulnérabilité de la production du maïs vis-à-vis de l'impact de l'évolution des précipitations saisonnières**

#### **3.1 La dispersion des dates de semis et le ré-semis**

Elle est aussi appelée semis « semis échelonné », la dispersion des dates de semis fait référence à la variation des périodes où les semences sont plantées au cours d'une saison des cultures. Ce semis peut être sur une même parcelle ou sur des parcelles différentes. Cette pratique est utilisée par les producteurs dans l'espoir que le rythme pluviométrique va correspondre au moins à une des périodes de leurs semis. Ainsi, c'est en semant à des différentes dates qu'on peut éviter plus au moins les pertes dues à la variabilité pluviométrique. Cette technique répond également à d'autres besoins des agriculteurs à savoir : réduire les fluctuations de prix du produit sur le marché ; remédier au problème de séquences sèches en début de la saison de pluies mais aussi de s'adapter aux persurances de faux départ de pluies.

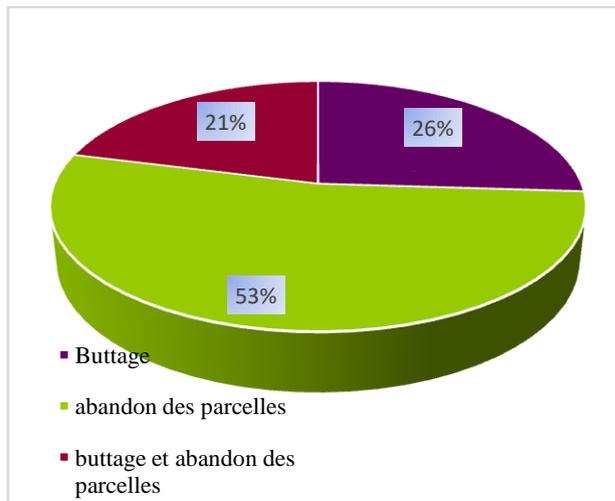
Il faut ajouter que les agriculteurs mettent également en place la technique de ré-semis dans la plupart de cas. Autrement dit, lorsque les semences initiales n'ont pas normalement germé à cause par exemple de faux débuts de pluies ou à cause des ravageurs voire des maladies. L'usage de ré-semis leur permet de compenser ces pertes.

#### **3.2 Stratégie de lutte contre les inondations des cultures, les rongeurs et maladies phytosanitaires**

Les inondations ont des effets néfastes sur la production. A Touboro, les populations utilisent la technique de buttage. Le buttage est un procédé de culture qui consiste à ramener la terre de l'inter-rang à la base des plantes. Les cultivateurs font usage de cette technique pour réduire les inondations des cultures tout en créant des lignes facilitant l'écoulement. Aussi, les buttes construites entre les lignes du maïs concentrent l'eau autour de la plante et assurent ainsi une meilleure alimentation. Dans la commune de Touboro, le buttage se fait avec la charrue derrière les bœufs, l'âne, le cheval etc. il permet par ailleurs d'enfouir dans le sol les herbes adventives qui empêchent la croissance des plantes.

La figure 7, indique la proportion des cultivateurs enquêtés en ce qui concerne leurs stratégies d'adaptation contre les inondations. Nous retenons de cette figure que 21% des agriculteurs optent pour le buttage dans le but de prévenir la culture contre les inondations et de faciliter la croissance de plante ; 26 % abandonnent leur plantation à cause de cet aléa climatique (inondation). Cependant, 53% utilisent les deux techniques. (Confère figure 7).

La majorité d'agriculteurs font le traitement de semence avant le semis avec des produits tels que saphir, calthio I, momtaz 45 WP, insector ou Imidahlm. En plus pour semer, ils mettent sur les semences les produits cités ci-haut. La semence est traitée lorsque toutes les graines sont colorées. Il faut aussi se rassurer que le produit de traitement contient une matière active fongicide. La photo 1 montre le calthio qui est l'un des produits de traitement des semences.



Source : Enquête du terrain, BAWA Alphonse 2024  
Figure 7 : Proportion de l’usage de techniques culturales



Source : Enquête du terrain, BAWA Alphonse 2024  
Photo 1 : Produit de traitement de semence

La photo 1 nous présente un produit de traitement de semence utilisé par les agriculteurs de l’arrondissement de Touboro. En effet, le CALTHIO contient de fongicide et permet de protéger les graines contre les maladies du sol.

### 3.3 Diversification des cultures et augmentation des surfaces cultivables

Les agriculteurs de l’arrondissement de Touboro estiment que la meilleure façon de faire face aux difficultés posées par la variabilité pluviométrique est de procéder à la diversification des cultures. Ainsi, Ils associent à la fois les cultures comme : le maïs, l’arachide, le coton, le soja, le riz et autres. Les paysans utilisent cette technique non seulement pour diversifier leurs rendements, pour s’adapter face aux effets du changement climatique mais aussi pour mettre en évidence une technique agricole de la typologie des plantes face à leurs besoins liés à la température et aux précipitations. C’est d’ailleurs l’une des raisons que les producteurs pensent que si une plante ne s’adapte pas convenablement, une autre sans doute pourra réussir et contribuer à la hausse de la production agricole. La planche 2 présente quelques cultures pratiquées dans la commune de Touboro.

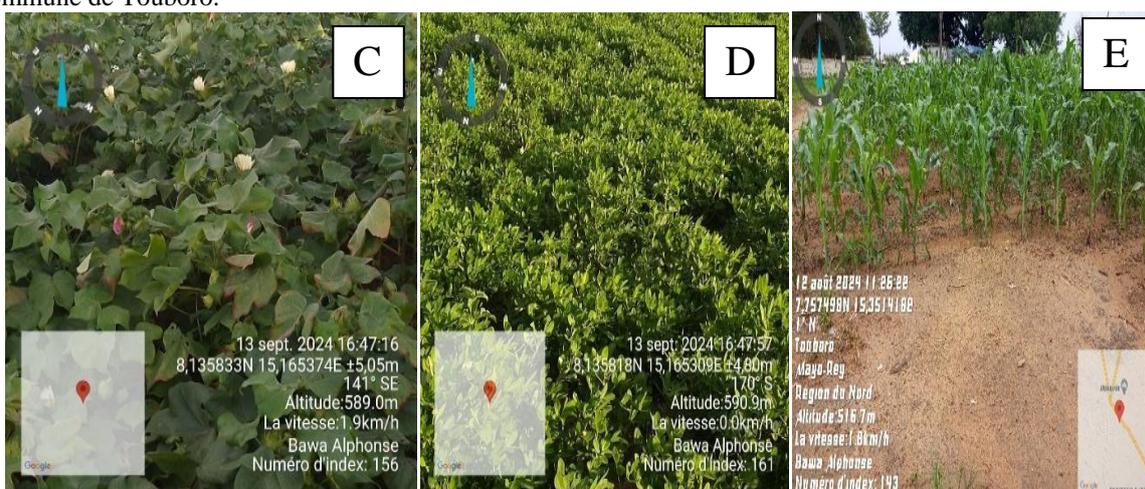


Planche 2 : illustration de la polyculture

La planche 2 met en exergue la polyculture dans la localité de Touboro comme stratégie d’adaptation à la variabilité pluviométrique. La photo (C) montre la culture du coton, la photo (D) le champ d’arachide et la photo (E) la culture du maïs. En effet les agriculteurs estiment que faire recours à plusieurs cultures sur une même

parcelle, leur permet de réduire la vulnérabilité des activités agricoles aux effets du changement climatique. Car, ils considèrent qu'au moins une des cultures pourra pousser et avoir de rendement optimum.

De même, les paysans augmentent les surfaces cultivées afin d'espérer un meilleur rendement. Selon les enquêtes de terrain, les agriculteurs enquêtés utilisent cette pratique en espérant que plus ils augmentent, plus la production est élevée. Cette conception corrobore avec notre analyse sur le lien entre les surfaces emblavées et la production. Car, nous avons obtenu le résultat selon lequel la production hausse avec l'augmentation des surfaces.

### 3.4 Autres stratégies d'adaptation

Plusieurs stratégies sont développées par les agriculteurs dans la localité de Touboro pour faire face aux effets du changement climatique. Ces techniques sont entre autres : l'augmentation des surfaces cultivable, la maraichère, le commerce, les prières dans les églises et mosquées, l'intervention des faiseurs de pluies. Malgré l'existence des stratégies des paysans, la culture du maïs demeure toujours vulnérable aux fluctuations pluviométriques d'où la nécessité de promouvoir des nouvelles techniques résilientes à savoir : la vulgarisation des innovations et des informations agro climatiques, l'utilisation des semences améliorées, les formations agricoles et la subvention de l'agriculture. Aussi, en parcourant l'article de Caroline FadekeAjilopba et al (2024), axé sur les solutions innovantes face à l'impact du changement climatique sur les systèmes alimentaires, plusieurs techniques transformatrices et innovantes ont été proposées à savoir : l'usage de la technologie d'application mobile pour les modèles de cultures. Dans cet usage de Smart phone dans le secteur agricole expérimenté en Afrique du sud ; en Ouganda (Fapp), Kenya (Cropmon) et stat a business au Ghana permet de prévoir des rendements des cultures et les meilleures pratiques de production en fonction des conditions météorologiques prévu au cours d'une saison particulière. Ce qui aboutit à la réduction des pertes agricoles mais plutôt à l'augmentation des rendements agricoles. De même, FadekeAjilopba et al proposent : la promotion des cultures indigènes résilientes au climat telles que : l'arachide bambara, l'amarante, le teff, le baobab ; le recours au moringa ; la solution à la technologie du push-pull. Celle-ci est une technique agricole intelligente par au climat dans le but de non seulement de faire face aux ravageurs, aux maladies des cultures, de réduire les émissions mais aussi de pratiquer une culture de monte. La culture de monte ou culture de campagne est intercalée avec une culture vivrière. En effet, la culture de campagne poussée repousse les mauvaises herbes et les ravageurs de la culture vivrières en produisant des produits chimiques répulsifs alors que les plantes fourragères (par exemple du soudan) sont des plantes autour des fermes dans le but d'attirer les ravageurs loin des cultures vivrières. Cette innovation a été utilisée dans le projet « Scalling Up Bio Control Innovation in Africa ».

Au demeurant, Fadeke Ajilopba et al (2024) suggèrent l'adoption d'une agriculture voltaïque. Il faut retenir que l'agrovoltaïsme consiste à faire pousser simultanément les cultures sous des panneaux solaires tout en produisant de l'électricité. C'est une technique qui permet non seulement de réaliser une bonne gestion des sols, de protéger les cultures du stress thermique et l'évaporation, mais aussi de réduire les gaz à effet de serres.

## 4. Discussion

Au regard de tout ce qui précède notre analyse sur l'évolution des précipitations saisonnières, il est opportun de retenir que : les saisons sèches ont enregistré en moyenne 4,28mm ; que celles-ci pourtant humides entre 2002 et 2009, deviendront particulièrement et majoritairement arides entre 2010 et 2022 ; ce qui traduit que les saisons sèches s'assèchent grandement dans la localité de Touboro. L'étude des saisons de pluies témoigne que celles-ci ont enregistré en moyenne 1325,90mm ; la pluviométrie de celles-ci est quasiment constante nonobstant l'existence des fluctuations entre les excédents et les déficits pluviométriques. Parallèlement, nous avons constaté que la production de la culture du maïs n'est pas linéaire. Celle-ci en dépit des fluctuations se caractérise par une croissance. Fort de ce constat, pouvons-nous établir une corrélation entre l'évolution des précipitations et la production du maïs ? Sommes-nous à mesure de prédire que la pluviométrie est le principal catalyseur de la production du maïs ? Les stratégies d'adaptées par les populations locales sont-elles satisfaisantes ?

A cela il nous échoit de dire qu'il existe une corrélation entre l'évolution des précipitations et celle de la production du maïs. En effet, nous enregistrons une vraisemblance de faits entre 2008 et 2012 où la hausse des précipitations annuelles correspond également à celle de la production du maïs. Idem entre 2003 et 2005, la décroissance de la pluviométrie annuelle a générée celle de la culture du maïs. D'ailleurs, le coefficient de corrélation est de (-0,00654). Ce qui traduit que la pluviométrie est indispensable à la production de la culture du maïs. D'après l'article : l'eau et les activités agricoles d'Arnaud Mokrani, publié dans (planet-vie.ens.fr), les besoins en eau de l'agriculture à l'échelle mondiale est de 70%. L'agriculture est sans conteste le secteur d'activités le plus consommateur d'eau. Actuellement en France, 5 milliards de m<sup>3</sup> d'eau sont prélevées pour les

besoins de l'agriculture. Arnaud Mokrani présente à cet effet les besoins estimatifs en eau de certaines cultures dans le tableau 6.

**Tableau 6** : Les besoins en eau de quelques cultures en France

Plantes	Les besoins en eau	production d'un Kg
Salade	25 litres	1Kg
Pomme de terre	100 litres	1Kg
Maïs	400 litres	1Kg
Blé	1500 litres	1Kg

Source : Planet-vie

Il est vérifié très souvent des similitudes entre l'évolution des précipitations et celle de la production de la culture du maïs, il n'en demeure pas moins que d'autres facteurs interviennent. L'impact indirect de la pluviométrie se matérialise aussi à travers : la prolifération des insectes pendant certaines saisons de pluies arides, les inondations, la sécheresse, le développement de certaines maladies phytosanitaires. Il est à cet effet évident que l'évolution de la pluviométrie conditionne celle de la production du maïs.

Loin d'adapter des attitudes déterministes face aux effets néfastes des aléas climatiques sur la production du maïs, les populations dans un élan possibiliste ont multiplié des techniques résilientes visant à réduire la vulnérabilité des activités agricoles face aux fluctuations des précipitations. Parmi celles-ci nous pouvons citer : l'actualisation et la modification du calendrier agricole, les recours non seulement à la diversification des cultures, aux plantes à court cycle de production, au buttage pour lutter contre les inondations ; la dispersion des dates de semis ; l'intensification de traitement des semences, l'augmentation des surfaces cultivables mais aussi les séances de prières y compris l'intervention des faiseurs de pluies. Cependant, ces stratégies ne sont pas totalement satisfaisantes d'où la nécessité d'implémenter des nouvelles techniques.

Pour l'Etat du Cameroun, il ressort à travers le Plan Nation d'Adaptation aux Changements Climatiques (PNACC) que : s'adapter aux changements climatiques consiste non seulement à réduire la vulnérabilité des Camerounais aux effets des changements climatiques, à développer des actions résilientes, à multiplier les capacités d'adaptation afin d'assurer le développement durable. Le PNACC, s'appuie également aussi sur l'ONACC (Observation Nationale de lutte contre le Changement Climatique).

Bref, on peut noter que dans l'arrondissement de Touboro les précipitations ont varié en fonction des mois et des saisons. Autrement dit, la pluviométrie de Touboro se caractérise par des fluctuations excédentaires et déficitaires. Ces résultats corroborent avec ceux obtenus par Gouataine (2017) et Baohoitou (2007) qui estiment que la variabilité pluviométrique dans la zone soudanienne est marquée par des irrégularités mensuelles et décennales. Les phases sèches, les inondations et la baisse des pluies en sont les manifestations palpables. Aussi, ces résultats correspondent à ceux obtenus par GIEC (2007) où il est indiqué que la variabilité pluviométrique provoque la fréquence de décalage saisonnière. Ajoutons également que ces résultats vont dans le même sens que ceux d'Ebodé (2021) qui estime que les pluies annuelles diminuent de manière significative dans le bassin de la Bénoué. Ceci marque le passage de la période excédentaire à une période déficitaire. Haroun et al (2024) soulignent aussi, les fluctuations pluviométriques. En effet, selon eux l'évolution des précipitations est en dents de scie ce qui témoigne l'existence des phases arides et humides.

Il faut noter par ailleurs qu'étant le facteur prépondérant, la pluviométrie à des effets néfastes sur la production du maïs à Touboro. Parmi ces incidences de la variabilité pluviométrique nous avons : la prolifération des insectes pendant les séquences sèches, l'inondation des cultures, l'apparition des maladies, la baisse de production etc. on peut alors noter que dans l'arrondissement de Touboro, les fluctuations pluviométriques impactent la production agricole. Ces résultats convergent vers ceux obtenus par Ogouwalé (2006). Cet auteur a abouti aux résultats selon lesquels, les excès et les insuffisances des hauteurs pluviométriques portent atteinte au développement des cultures. En effet, il ressort de son travail que les paramètres climatiques ont connu des profondes mutations pendant les dernières décennies et ceci a impacté la production agricole. Aussi, Talari, F.I et al (2021) ont montré également que les précipitations excédentaires et déficitaires entraînent des conséquences néfastes dans le secteur l'agricole.

Il ressort aussi de ce travail qu'il existe plusieurs facteurs de production du maïs qui peuvent être classés en deux principaux groupes : les facteurs naturels (la pluviométrie, la température, le vent, les ennemis et maladies de cultures) et les facteurs anthropiques (les mains d'œuvres, les techniques culturales, les semences, les moyens financiers). Toutefois, la pluviométrie reste l'élément clé de la production du maïs. Nos résultats vont dans le même sens que ceux de Reounodji Eloge (2022) dans son mémoire portant sur le thème « adaptation des agriculteurs aux effets de la variabilité pluviométrique dans le département de Mayo Dallah (Tchad) ». Pour lui, en dehors de la variabilité pluviométrique, l'appauvrissement des sols, la forte pression sur

les terres constituent aussi une contrainte pour une meilleure productivité des cultures. Noufé et al (2015) estiment que la garantie d'une bonne production est tributaire à des conditions liées à une bonne articulation des opérations culturales.

Face à ces difficultés, la population de Touboro a développés des stratégies tels que la modification du calendrier agricole, le semis échelonné, la polyculture, l'augmentation des surfaces cultivables, le commerce, la maraîchère. Ces résultats montrent d'une part que la pluviométrie impacte la production agricole et d'autre part qu'il existe les stratégies mises en place par la population locale. Ainsi, ces résultats s'orientent vers ceux trouvé par Gouataine (2018). Il ressort de son travail que l'augmentation des surfaces est l'une des techniques que les producteurs utilisent comme stratégie d'adaptation. Nos résultats corroborent également avec ceux de Gildas Louis DJOHY et al (2015). Ces auteurs ont montré dans leur étude que les agricultures disposent des stratégies pour faire face aux effets de la variabilité pluviométrique. Parmi ces techniques, ces auteurs ont mis l'accent sur la diversification des cultures et la mise en valeur des bas fond dans leur travail.

### Conclusion

Rendu à ce stade de la réflexion prioritairement axée sur l'incidence des précipitations sur l'évolution de la production de la culture du maïs dans la localité des Touboro entre 2002 et 2022, il ressort que la distribution des précipitations à Touboro se caractérise par des fluctuations marquant ainsi une alternance régulière des épisodes de sécheresses et des inondations. Ces variations des séquences sèches et humides inégalement impartie dans le temps provoquent de nombreuses conséquences qui dégradent non seulement la nature et la fertilité des sols mais aussi provoquent de multiples dysfonctionnements sur les activités agricoles notamment sur la culture et la production du maïs. D'autant plus que la culture du maïs dans cette zone de Touboro est essentiellement pluviale. Ce qui traduit que, les anomalies pluviométriques tant journalières que saisonnières impactent sur la culture et la production du maïs. D'ailleurs, le test de corrélation de Pearson a attesté l'existence des liens entre la distribution des précipitations et la production de la culture du maïs. Les changements climatiques, vulnérabilisent les cultures essentiellement pluviales au point de provoquer une diminution graduelle de la production du maïs et par ricochet d'entraîner non seulement des disettes, l'inflation des prix des denrées alimentaires mais aussi de favoriser le processus de l'importation des produits alimentaires. Cette étude constitue à cela, un moyen de lutte contre l'impact des changements climatiques sur les activités agricoles. Il s'agit même d'un appel sans frontière et possibiliste invitant les paysans à adopter des stratégies multiples et associatives (locales, étatiques et innovantes) afin de réduire cet impact des changements climatiques.

### References Bibliographiques

- [1]. Baohoutou, L. (2007). Les précipitations en zone soudanienne tchadienne durant les quatre dernières décennies (60-99) : variabilité et impacts.
- [2]. Caroline Fadeke Ajilogba (2024). Des solution innovantes à l'impact du changement climatique sur les systèmes alimentaires
- [3]. Chancelin. (2003). Impact de changement climatique sur le secteur agricole au Cameroun.
- [4]. CRNCD.(2022). Cameroun Rapport National sur le Climat et le Développement.
- [5]. Djohy, G. (2015). Variation climatique et production vivrière: la culture du maïs dans le système agricole péri-urbain de la commune de Parakou au nord-Benin. Afrique science. 183-194
- [6]. GIEC. (2007). Bilan 2007 des changements climatiques: Rapport de synthèse.
- [7]. Gouataine., S. R. ( 2018). Effets des variabilités pluviométriques sur les systemes de cultures et adaptations des agriculteurs dans la plaine du mayo-kebbi (sud-ouest du tchad). Géographie. Université de Maroua, 2018. Français. Nnt :tel-01789304.
- [8]. Goutaine , S. R., Magloire, D. D., & Baohoutou, L. (2016). Stratégies paysannes d'adaptation face aux risques d'instabilité pluviométriques annuelles dans la plaine du Mayo-Kebbi, Geotrope, N° 2, pp.51-62.
- [9]. Haroun, S.Y. H., KAFO. C., Kenfack, J. B., Ramadji, B. J. (2024). Incidence de la variabilité pluviométrique sur les cultures céréalières et stratégies de résilience des paysans dans la province de Hadjer-Lamis (Tchad). RTS N°8, Volume 1, Juin 2024, pp.27\_39, p.32
- [10]. Mbaïamdene, C. (2023). variabilité pluviométrique, recrudescence des inondations et leurs incidences dans la ville de Moudou (Tchad) de 1981-2021, mémoire de master , Université de Ngaoundéré.
- [11]. Noufé, D., Kouadio ZA, Soro GE, Wayou I TP, Goula BTA, & Savana I. (2015). Impact de la variabilité climatique sur la production du maïs et de l'igname en zone Centre et Nord de la Côte d'Ivoire. Agronomie africaine. 241-255.

- [12]. Ogouwalé, E. (2006). Changements climatiques dans le Bénin méridional et central : indicateurs, scénarios et prospective de la sécurité alimentaire, Thèse de Doctorat, Géographie, Université d'Abomey-Calavi (Bénin), 302 p.
- [13]. OMM. (2012). Organisation Météorologique Mondiale.
- [14]. PCD (2014). Plan Communal du Développement
- [15]. PNACC. (2015). Plan Nation d'Adaptation au Changement Climatique
- [16]. Reounodji Eloge. (2022). Adaptation des agriculteurs aux effets de la variabilité pluviométrique dans le département de mayo Dallah (tchad).
- [17]. Talaridia Fulgence Idani, Jacques Konkobo, Dapola Evariste Constant Da (2021). Impact de la variabilité pluviométrique sur la production céréalière au Burkina-Faso de 2010 à 2017 : l'exemple de la commune rurale de KOUKA. P.49.
- [18]. Valentin Brice Ebodé, Gil Mahé, Ernest Amoussou. (2021). Impact de la variabilité climatique et anthropisation sur les écoulements de la Bénoué (Nord Cameroun).