

UNIVERSITE DE YAOUNDE I

.....
CENTRE DE RECHERCHE ET DE
FORMATION DOCTORALE EN SCIENCES
HUMAINES, SOCIALES ET EDUCATIVES

.....
UNITE DE RECHERCHE ET DE
FORMATION DOCTORALE EN SCIENCES
HUMAINES ET SOCIALES

.....
DEPARTEMENT DE GEOGRAPHIE



UNIVERSITY OF YAOUNDE I

.....
POST GRADUATE SCHOOL FOR THE
SOCIAL AND EDUCATIONAL SCIENCES

.....
DOCTORAL RESEARCH UNIT FOR
HUMAN AND SOCIAL SCIENCES

.....
GEOGRAPHY DEPARTMENT

**L'ADAPTATION ET LA RESILIENCE DES PRODUCTEURS DE CACAO ET
DE MAÏS DE L'ARRONDISSEMENT DE NTUI A LA VARIABILITE
CLIMATIQUE**

Mémoire rédigé et présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master en Géographie.

Spécialité : Dynamiques de l'Environnement et Risques

Option : Climatologie et Biogéographie

Par

Julie Fernande IMBON NDJOH

Matricule : 16C846

Licenciée en Géographie Physique



Jury

Président : Roger NGOUFO

Professeur

Université de Yaoundé I

Rapporteur : Joseph Armathé AMOUGOU

Professeur

Université de Yaoundé I

Examineur : Louis DEFO

Maître de Conférence

Université de Yaoundé I

Juillet 2024

DEDICACE

A ma mère Ndjoka Balbine Nicole, pour ton amour, ton soutien, tes encouragements, ta confiance, et tous tes sacrifices qui m'ont permis d'aller au bout de ce travail. Aujourd'hui, c'est le reflet du fruit de tous tes efforts ;

A ma chère fille Ndjoka Ange Doloresse, ma source de joie quotidienne ;

A ceux qui n'ont pas eu la chance de savourer ce Mémoire, notamment : Esseba Philippe, Noumi Sebastien, Taleména Appolinaire. Que vos âmes reposent en paix

REMERCIEMENTS

Ce travail est certes le fruit d'un dur labeur mais il ne saurait se réaliser sans l'apport multiforme des personnes à qui je dois des remerciements sans réserve car leurs contributions ont été importantes.

Mes sincères et chaleureux remerciements au Pr Joseph Armathé Amougou pour son encadrement et son apport sans réserve à la réalisation de ce mémoire. Ses conseils, ses orientations, surtout sa rigueur scientifique et méthodique ont guidés ce travail.

Je tiens également à remercier très sincèrement les membres du jury pour avoir accepté d'examiner ce travail malgré leurs multiples occupations.

A tous les Enseignants du Département de Géographie de l'Université de Yaoundé I, j'adresse mes remerciements pour le savoir qu'ils ont eu à nous dispenser.

Un merci tout particulier à Dr Batha Romain Armand Soleil, qui a voulu sacrifier de son temps pour superviser ce travail.

Nos remerciements aux institutions et délégations pour avoir mis à ma disposition des données qui ont été très capitales dans la réalisation de ce travail. Je dis merci ici à la Délégation d'Arrondissement du MINADER de Ntui et à la Direction de la Météorologie Nationale.

Qu'il me soit permis aussi d'exprimer ma profonde gratitude à Mberebe Delsia, Amougou Max, Boyomo Thomas. Je leur suis gré des contributions multiformes qu'ils m'ont apportées. Je ne saurais oublier mes amis qui m'ont apporté leur soutien moral et indéfectible, il s'agit de : Moïse, Quentin, Didier, Léandre et Jeannette.

Mes pensées et ma sincère reconnaissance vont à l'endroit de mes frères et sœurs Blanche Ondjip, Modeste Bamana, Junior Bitara, Nicole Esseba, Marie Esseba, Sebastien Taleména qui m'ont soutenu et encouragé pendant des longs moments. Je tiens aussi à remercier les autorités administratives et traditionnelles de l'arrondissement de Ntui pour leur marque d'hospitalité et d'hébergement.

RESUME

La variabilité climatique affecte la vie socioéconomique des populations de l'arrondissement de Ntui. Ce travail vise à analyser l'influence de la variabilité climatique sur la production du cacao et du maïs dans ledit arrondissement. Pour atteindre cet objectif, les données d'enquêtes sur la perception et les impacts de la variabilité climatique sur la production, les données de température, des précipitations et de la production des deux spéculations ont été croisées à l'aide des outils statistiques tels que SPSS, Excel, etc. Il ressort que l'analyse des précipitations moyennes annuelles de 1982 à 2021 montre une tendance à la baisse autour 132,3 mm de moyenne générale. Les températures moyennes annuelles se situent autour de 27,1°C (moyenne générale de l'étude). Les températures moyennes décennales sont à la baisse au cours des décennies 1982-1991 (36,1°C) et 1992-2001 (37°C). Par contre, elles augmentent au cours des décennies 2002-2011 (37,6°C) et 2012-2021 (37,8°C). L'analyse des aléas ont été effectuées et les tendances des caractéristiques analysées. La réalisation de la matrice des risques a permis de montrer les impacts de ces extrêmes climatiques sur la production du cacao et du maïs. Les résultats de l'étude indiquent une recrudescence des sècheresses, une recrudescence des inondations, des vagues de chaleur, des vents violents et de l'érosion des sols. Ces aléas climatiques ont une probabilité d'occurrence élevée. La destruction des cultures par l'érosion, les singes, les oiseaux granivores, les mauvaises herbes, la pourriture des cultures, destruction des cultures par les vents violents ; le flétrissement, jaunissement et l'assèchement des cultures, etc, sont, entre autres, les impacts de ces extrêmes climatiques sur la production du cacao et du maïs. Au regard de ces impacts, des options d'adaptation telles que l'usage des produits chimiques (engrais, pesticide, fongicides etc), l'usage des variétés améliorées, la construction des cordons pierreux et les digues, l'association des cultures, l'abandon de certaines parcelles et l'extension des surfaces agricoles ont été développées par les cultivateurs en réponse aux perturbations climatiques.

Mots clés : Variabilité climatique, adaptation, résilience, impacts, producteurs, cacao, maïs, Arrondissement de Ntui

ABSTRACT

Climate variability affects the socio-economic life of the populations of the Ntui district. This work aims to analyze the influence of climate variability on cocoa and corn production in the said district. To achieve this objective, data from surveys on the perception and impacts of climate variability on production, data on temperature, precipitation and production of the two speculations were cross-referenced using statistical tools such as SPSS, Excel, etc. It appears that the analysis of average annual precipitation from 1982 to 2021 shows a downward trend around 132.3 mm of general average. Temperatures show an upward trend around 37.1°C (general average of the study). Ten-year average temperatures decreased during the decades 1982-1991 (36.1°C) and 1992-2001 (37°C). On the other hand, they increase during the decades 2002-2011 (37.6°C) and 2012-2021 (37.8°C). The hazard analysis was carried out and the trends of the characteristics analyzed. The creation of the risk matrix made it possible to assess the impacts of these climatic extremes on cocoa and corn production. The results of the impact study indicate an increase in droughts, an increase in floods, heat waves, violent winds and erosion. These climatic hazards have a high probability of occurrence and a high degree of impact. The destruction of crops by erosion, monkeys, seed-eating birds, weeds; crop rot; drying out of crops, destruction of crops by violent winds; wilting, yellowing and drying of crops, etc. are, among other things, the impacts of these climatic extremes on the production of cocoa and corn. In view of these impacts, adaptation options such as the use of chemicals (fertilizers, pesticides, etc.), the use of improved varieties, the construction of stone barriers and dikes, the association of crops, the The abandonment of certain plots and the extension of agricultural areas were developed by farmers in response to climatic disturbances.

Keywords: Climate variability, adaptation, resilience, impacts, producers, cocoa, corn, Ntui District

SOMMAIRE

DEDICACE.....	i
REMERCIEMENTS	ii
RESUME.....	iii
ABSTRACT	iv
SOMMAIRE	v
LISTE DES FIGURES.....	vi
LISTE DES PHOTOS.....	vii
LISTE DES PLANCHES.....	viii
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
ABREVIATIONS, ACRONYMES ET SIGLES.....	x
INTRODUCTION GENERALE.....	1
PREMIERE PARTIE : FACTEURS DE LA PRODUCTION DU CACAO ET DU MAÏS ET DYNAMIQUE DU CLIMAT DANS L'ARRONDISSEMENT DE NTUI	36
CHAPITRE I : FACTEURS PHYSIQUES ET SOCIOECONOMIQUES DE LA PRODUCTION DU CACAO ET DU MAÏS DANS L'ARRONDISSEMENT DE NTUI.....	37
CHAPITRE II : DYNAMIQUE DU CLIMAT DANS L'ARRONDISSEMENT DE NTUI..	54
PARTIE II : IMPACTS DE LA VARIABILITE CLIMATIQUE SUR LA PRODUCTION AGRICOLE ET LES STRATEGIES D'ADAPTATION	77
CHAPITRE III : IMPACTS DE LA VARIABILITE CLIMATIQUE SUR LA PRODUCTION DU CACAO ET DU MAÏS DANS L'ARRONDISSEMENT DE NTUI....	78
CHAPITRE 4 : PERCEPTION DES PRODUCTEURS ET STRATEGIES D'ADAPTATION A LA VARIABILITE CLIMATIQUE.....	96
CONCLUSION GENERALE.....	114
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	114
ANNEXES	cxiv
TABLE DES MATIERES	cxiv

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation de la zone d'étude	3
Figure 2: Modèle « PER » d'adaptation	34
Figure 3 : Carte du relief de l'arrondissement de Ntui.....	38
Figure 4 : Carte pédologique de l'arrondissement de Ntui	39
Figure 5 : Carte de l'occupation des sols dans l'arrondissement de Ntui.	40
Figure 6 : Réseau hydrographique de l'arrondissement de Ntui.....	41
Figure 7 : Distribution de la population dans l'arrondissement de Ntui	43
Figure 8 : Répartition des cultivateurs enquêtés par tranche d'âge dans l'arrondissement Ntui	44
Figure 9 : Répartition des répondants selon le niveau de formation.....	45
Figure 10: Consommation des produits alimentaires dans l'arrondissement de Ntui.....	46
Figure 11 : Techniques culturales pratiquées par les cultivateurs à Ntui.....	52
Figure 12: Diagramme ombrothermique de l'arrondissement de Ntui	55
Figure 13 : Evolution des précipitations moyennes mensuelles dans l'arrondissement de Ntui	57
Figure 14 : Evolution mensuelle annuelle de la pluviométrie dans l'arrondissement de Ntui de 1982 à 2021	59
Figure 15 : Variations des précipitations moyennes annuelles dans l'arrondissement de Ntui de 1982 à 2021	61
Figure 16 Anomalie centrée réduite à Ntui (Indice de Nicholson)	62
Figure 17 Indice de pluviosité de l'arrondissement de Ntui	63
Figure 18 : Evolution de la pluviométrie à l'échelle interannuelle décennale	64
Figure 19 : Ecart à la moyenne dans l'arrondissement de Ntui.....	65
Figure 20 : Variation des températures moyennes mensuelles dans l'arrondissement de Ntui de 1982 à 2021	66
Figure 21 : Variation mensuelle annuelle des températures à Ntui.....	70
Figure 22 : variation des températures moyennes annuelles de 1982-2021.....	71
Figure 23 : Tendence thermique des moyennes annuelles des décennies de 1982-2021.....	72
Figure 24 : Evolution des précipitations et de la production du cacao dans l'arrondissement de Ntui de 2000-2021	89
Figure 25 : Evolution des températures et de la production du cacao dans l'arrondissement de Ntui.....	90
Figure 26 : Evolution des précipitations et de la production du maïs dans l'arrondissement de Ntui	91
Figure 27 : Evolution des températures et de la production du maïs dans l'arrondissement de Ntui.....	92

LISTE DES PHOTOS

Photo 1 : Fleuve Sanaga	42
Photo 2 : Racine de cacao déterrée par l'effet de l'érosion à Bilanga-kombe	75
Photo 3 : Parcelle abandonnée	98
Photo 4 : Variété améliorée de Maïs (CMS 8704)	102
Photo 5 : association maïs-pistache.....	105

LISTE DES PLANCHES

Planche 1 : Description du cacao	15
Planche 2 : Description du maïs	17
Planche 3 : impacts des perturbations climatiques sur la culture du cacao et du maïs	81
Planche 4 : Produits chimiques	100

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Traits caractéristiques des groupes de cacaoyers	16
Tableau 2 : Opérationnalisation du concept de variabilité climatique	19
Tableau 3: Opérationnalisation du concept d' « impact » de la variabilité climatique	20
Tableau 4 : Opérationnalisation du concept de production agricole	20
Tableau 5 : Répartition de l'échantillon par site	25
Tableau 6 : Classification du SPI	27
Tableau 7 : Différentes couleurs affectées correspondant aux probabilités	30
Tableau 8 : Impacts des risques climatiques sur les variables	31
Tableau 9 : Conséquences de l'apparition des risques	31
Tableau 10 : Degré d'impacts des risques sur les variables	32
Tableau 11 : Matrice d'impacts des risques climatiques sur les variables	32
Tableau 12 : Tableau synoptique de la recherche	34
Tableau 13 : Caractéristiques des variétés de cacao mise en valeur dans l'arrondissement de Ntui	47
Tableau 14 : Caractéristiques des variétés du maïs disponibles dans l'arrondissement Ntui .	48
Tableau 15 : Calendrier agricole de quelques cultures saisonnières à Ntui	50
Tableau 16 : Calendrier agricole (cacaoyer adulte) dans l'arrondissement de Ntui	51
Tableau 17 : Précipitations et températures moyennes mensuelles dans l'arrondissement de Ntui	54
Tableau 18 : Indice de De Martonne calculé à l'échelle mensuelle dans l'arrondissement de Ntui	55
Tableau 19 : Indice de De Martonne calculé à l'échelle annuelle dans l'arrondissement de Ntui	56
Tableau 20 : Saisons dans l'arrondissement de Ntui	61
Tableau 21 : Indice pluviométrique standardisé dans l'arrondissement de Ntui	62
Tableau 22 : Variations pluviométriques décennales	63
Tableau 23 : Principaux impacts des perturbations climatiques perçus par les agriculteurs sur les cultures étudiées (cacao et maïs) à Ntui	79
Tableau 24 : Principaux impacts de la variabilité climatique sur les sols agricoles	82
Tableau 25 : Principaux impacts de la variabilité climatique sur les cours d'eau, perçus par les cultivateurs.	84
Tableau 26 : Impacts des risques climatiques sur les variables	86
Tableau 27 : Détermination des conséquences ou niveaux de sévérité en cas d'apparition d'aléas	86
Tableau 28 : Degrés d'impacts des risques sur les variables	87
Tableau 29 : Matrice d'impacts des extrêmes météorologiques sur les variables	88
Tableau 30 : Rendements extrêmes en tonne à l'hectare(t/ha)	93
Tableau 31 : matrice de corrélation de Spearman entre les éléments du climat (températures et précipitations) et la production à l'hectare des types de cultures (cacao et maïs)	94
Tableau 32 : degré d'implication des éléments du climat sur la production à l'hectare du cacao et du maïs (coefficient de détermination entre la production et les variables climatiques) dans l'arrondissement de Ntui	94

ABREVIATIONS, ACRONYMES ET SIGLES
--

ADECOL :	Association pour le Développement des Communautés Locales
CCNUCC :	Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
CIRAD :	Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique
DADER:	Délégation d'Arrondissement du MINADER
DMN :	Direction de la Météorologie National
EA :	Exploitant Agricole
FAO :	Fonds des Nations Unies pour l'Agriculture et l'Alimentation
FEM :	Fonds pour l'Environnement Mondial
FMI :	Fonds Monétaire International
GIC :	Groupement d'Initiative Commune
GIEC :	Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'Evolution du Climat
INS :	Institut National de la Cartographie
IPCC :	Intergovernmental Panel on Climate Change
IRAD :	Institut de Recherche Agricole pour le Développement
MDP :	Mécanisme pour un Développement Propre
MDP :	Mécanisme pour un Développement Propre
OMM :	Organisation Météorologique Mondial
ONACC :	Observatoire National sur les Changements Climatiques
ONG :	Organisation Non Gouvernemental
PCA :	Président de Coopérative Agricole
PCD :	Plan Communal de Développement
PNACC :	Plan National d'Adaptation aux Changements Climatiques
PNUD :	Programme des Nations Unies pour le Développement
PNUD :	Programme des Nations Unies pour le Développement
PVD :	Pays en Voie de Développement.
RGPH2 :	Recensement Général de la Population et de l'Habitat 2

SES :	Social Ecological System
SIM :	Système d'Information sur le Marché
SP :	Saison Pluvieuse
SPSS :	Statistical Package and Social Sciences
SS :	Saison Sèche
T/ha :	Tonne à l'Hectare
UICN :	Union International pour la Conservation de la Nature
UY1 :	Université de Yaoundé 1

INTRODUCTION GENERALE

1. Contexte général et justification du choix du sujet

1.1 Contexte général

Le changement climatique et la variabilité climatique font état de sérieux problèmes notamment l'augmentation considérable des fortes pressions sur la société et l'environnement (GIEC, 2007). Selon la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC, 1992), les variabilités climatiques se manifestent par la recrudescence des aléas climatiques à savoir températures extrêmes, les précipitations abondantes, etc. ayant de lourdes conséquences sur la société et les activités humaines.

L'Afrique en générale et l'Afrique Centrale en particulier, connaît des perturbations d'ordre climatiques. Selon le sixième congrès du Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat (GIEC, 2002), les changements climatiques et ses impacts néfastes sur l'agriculture se font ressentir de plus en plus dans le monde. Le caractère très vulnérable de l'Afrique provient de nombreux impacts et risques. Les sécheresses extrêmes, la diminution de la pluviométrie et sa répartition capricieuse au cours d'une saison humide conditionnent les activités agricoles (Lecaillon et al.,1984). L'insuffisance des précipitations entraîne des rendements agricoles faibles (FAO, 2016). Cette situation ne cesse d'interpeller les Etats Africains dans la recherche permanente des solutions aux impacts négatifs du climat.

Le Cameroun, n'est pas épargné par les perturbations climatiques. Les précipitations ont régressé depuis 1960 d'environ 2,2% par décennie. Les températures ne cessent d'augmenter sur l'ensemble du territoire national. Elles ont augmenté de 0,7% de 1960 à 2007 (PNUD, 2008). Selon le PNACC (2015), les sécheresses sont liées à une augmentation des températures et les inondations sont liées à la forte pluviosité.

Le Cameroun conscient des différents enjeux de ce phénomène planétaire pour son émancipation socio-économique s'est engagé dans des processus d'atténuation et d'adaptation aux changements climatiques notamment avec la ratification en octobre 1994 de la Convention Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques adoptée en 1992 et l'adhésion au protocole Kyoto.

La variabilité climatique est aussi ressentie dans l'arrondissement de Ntui au Cameroun. Les populations sont exposées aux perturbations climatiques, influençant leurs activités notamment l'agriculture, l'élevage, le commerce, la pêche, etc et ayant des forts impacts sur leur cadre de vie social. Les aléas climatiques tels que les sécheresses, les inondations, les vents violents, l'érosion des sols, le début tardif de la saison agricole, etc sont des phénomènes issus

des perturbations climatiques observés dans l'arrondissement de Ntui (PCD, 2022). Ces aléas influencent considérablement la production agricole et par conséquent entraînent une baisse des rendements agricoles. Il est capital pour les populations de mettre en œuvre des stratégies d'adaptation en réponse aux bouleversements climatiques.

1.2 Justification du choix du sujet

Plusieurs raisons ont suscité le choix de ce thème à savoir : l'exposition des populations à la variabilité climatique ; son influence sur la production agricole ; l'importance de l'agriculture dans la vie de la population de notre zone d'étude.

2. Délimitations de l'étude

2.1 Délimitation thématique

Notre sujet s'intitule : « l'adaptation et la résilience des producteurs du cacao et du maïs de l'arrondissement de Ntui à la variabilité climatique ». L'adaptation et la résilience des producteurs de cacao et de maïs en lien aux variabilités climatiques, sont d'une importance capitale dans les sociétés actuelles, dans la mesure où, elles font parties intégrante des changements climatiques dans sa complexité, dans sa compréhension et surtout sa ré solvabilité. Ainsi, il constitue aujourd'hui un défi majeur au sein de la communauté internationale depuis 1972. Il bouleverse le monde entier et engendre des conséquences négatives sur l'homme, sur les activités humaines et sur l'environnement. Il est question pour nous d'une part de ressortir les effets des perturbations climatiques sur la production du cacao et du maïs. Cela s'effectuera par l'analyse des données météorologiques (températures et précipitations) collectées auprès de la Direction Météorologique Nationale (DMN) et de la Délégation d'Arrondissement(DA) du Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural (MINADER) de Ntui et les stratégies d'adaptation en se basant sur les données issues des enquêtes de terrain.

2.2 . Délimitation spatiale de la zone d'étude

L'arrondissement de Ntui est situé dans le Département du Mbam et Kim, région du Centre. Il est situé à 100 km de la ville de Yaoundé avec une superficie de 1650km². L'arrondissement de Ntui s'étend entre 4°20'0" et 5°10' latitude Nord et à 11°10' et 11°80' longitudes Est avec une population estimée à 20.000 habitants selon les résultats du dernier recensement de la population (figure 1). Elle est limitée au Nord par l'arrondissement de Yoko, au Sud par l'arrondissement de Batschenga, à l'Ouest par l'arrondissement de Sa'a et à l'Est et au Nord-Est par la Sanaga.

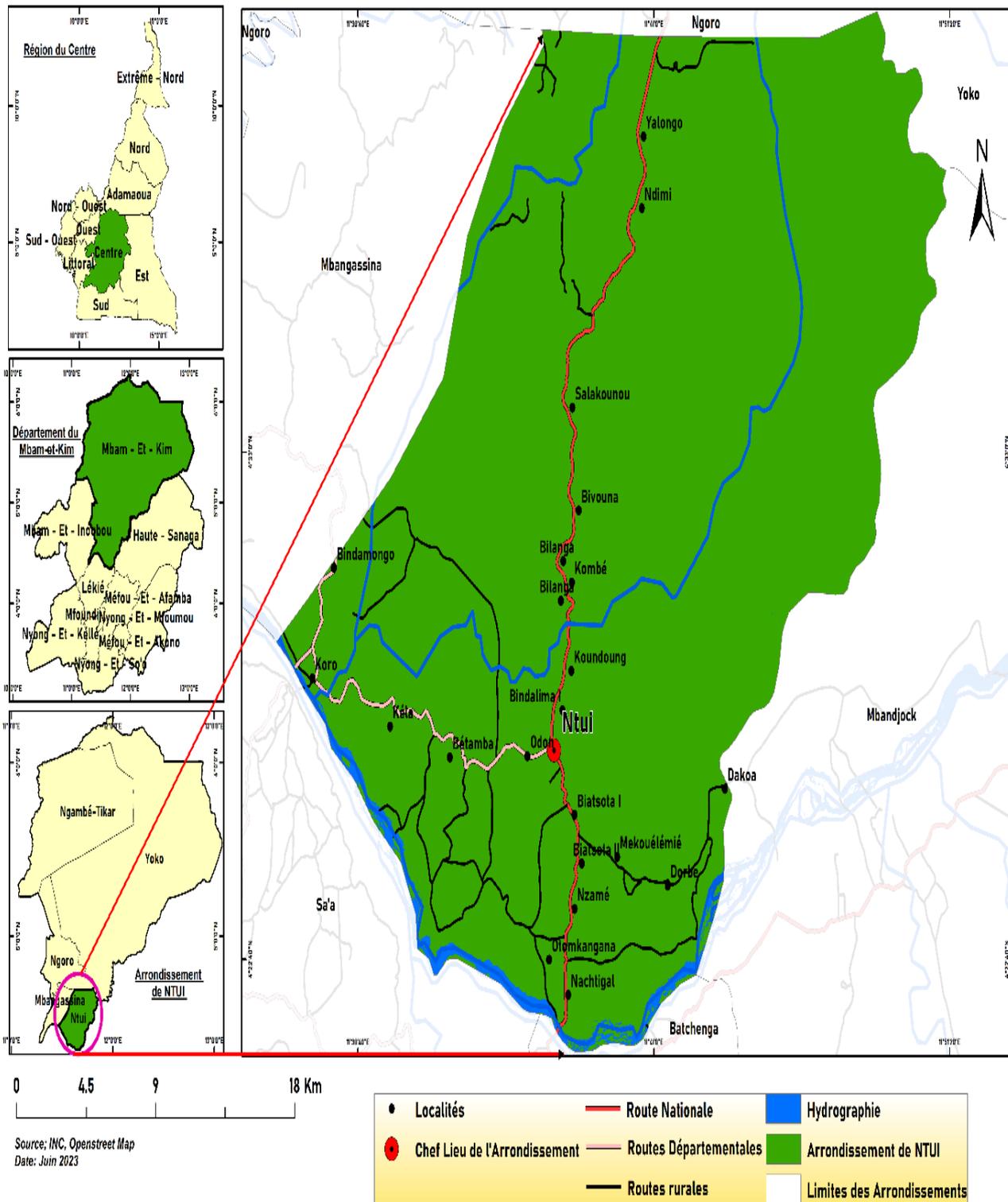


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude

3. Intérêt de l'étude

Notre sujet présente plusieurs intérêts du point de vue scientifique, environnemental, académique et pratique.

3.1 Intérêt scientifique

L'Université de Yaoundé I (UY1) poursuit trois missions depuis sa création en 1962 : l'enseignement, la recherche et l'appui au développement. Avec ce travail de recherche, nous pouvons contribuer à la valorisation de la recherche pour permettre un développement continu de la science.

3.2 . Intérêt environnemental

Les populations rurales sont étroitement liées aux conditions climatiques. Leurs activités sont conditionnées par les paramètres climatiques tels que les températures, les précipitations, le vent, etc. Ainsi, ce travail permettra aux populations d'adapter ou d'ajuster leurs activités aux perturbations climatiques, limiter les impacts de la variabilité climatique sur l'environnement et épanouir les populations afin de permettre un développement durable.

3.3 . Intérêt pratique

Sur le plan pratique, il s'agit dans le cadre de ce travail de mettre à la disposition des acteurs et des décideurs, un outil qui leur permettrait de mieux cerner l'influence des paramètres climatiques sur la production du cacao et maïs dans l'arrondissement de Ntui. Les différentes suggestions évoquées dans ce document vont attirer davantage l'attention des structures en charge du climat au Cameroun sur les prises de décisions et d'éventuelles stratégies d'adaptation aux perturbations climatiques.

4. Problématique et questions de recherche

4.1 . Problématique

Le changement climatique est aujourd'hui au centre de toutes les préoccupations dans le monde en général (GIEC, 2006). Le climat joue un rôle important tant pour les hommes que pour les plantes qui dépendent en grande partie pour leur croissance. Les activités humaines en général et l'agriculture en particulier sont conditionnées par la variation des paramètres climatiques tels que la température et les précipitations. De ce fait, la modification des paramètres climatiques constitue aujourd'hui une menace pour l'environnement et le développement agricole. Ainsi, l'agriculture, essentiellement pluviale, fait face aux contraintes liées aux perturbations climatiques avec pour conséquence la baisse des rendements cultureux (Doukpolo, 2014). La problématique de l'incidence du changement climatique sur la production agricole a fait l'objet de nombreux travaux scientifiques, à l'échelle mondiale, sur plusieurs

régions et pays (FAO, 1997). Selon les projections de la Banque Africaine de Développement, les perturbations climatiques vont entraîner une baisse considérable des rendements des principales cultures notamment le manioc (-26 %), l'arachide (-15 %), le maïs (-11 %) d'ici 2025 (Zhao, 2005). Les populations paysannes les plus pauvres et dont les moyens de subsistances dépendent de l'agriculture seront les plus exposées. Cette situation préoccupante oblige les décideurs à revoir les méthodes d'adaptations.

Au Cameroun, la variabilité climatique se manifeste par un décalage des dates de démarrage et de fin des saisons de pluies, une baisse des quantités de pluies, une mauvaise distribution du nombre de jours des pluies, une recrudescence des événements météorologiques extrêmes (inondations, sécheresses, vents violents, etc.). Tous ces effets de la variabilité climatique ont pour corolaire la perturbation des activités agricoles, la pêche, le transport et l'élevage, la recrudescence des pathologies des plantes cultivées, la perte de la biodiversité, les conflits dans la gestion des ressources naturelles, l'insécurité alimentaire, la migration des populations et la dégradation des écosystèmes (PNACC, 2015).

L'arrondissement de Ntui, subit de plein fouet les effets négatifs des perturbations climatiques qui affectent le secteur agricole, mettant en mal les productivités. Le climat de l'arrondissement est de type guinéen classique avec deux saisons de pluies : la grande saison des pluies de mi-août à mi-novembre et la petite saison des pluies de mi-mars à mi-juin (correspondant aux saisons de cultures) et deux saisons sèches : la grande saison sèche de mi-novembre à mi-mars et la petite saison sèche de mi-juin à mi-août. Les températures moyennes oscillent autour de 26°C (PCD, 2022). Les précipitations se situent entre 1300-1500 mm de pluies en moyenne par an, avec des irrégularités enregistrées dans la plupart du temps. De ce fait, Les facteurs de la variabilité climatique rendent instable la bonne pratique agricole autour du cacao et du maïs. Cette situation affecte le secteur agricole, à travers des rendements qui sont de plus en plus en constante diminution suite au déficit pluviométrique, la perturbation du régime pluviométrique, le décalage du début des saisons agricoles et le prolongement de la durée des séquences sèches, affectent gravement l'arrondissement de Ntui dans son ensemble. Ces aléas climatiques persistantes, ajoutées à d'autres facteurs (perte de productivité des sols et la migration des populations, etc.), dévastent, détruisent et assèchent la culture du cacao et maïs. D'où la baisse des rendements enregistrées ces dernières années dans l'arrondissement de Ntui.

Les insuffisance d'adaptation voire de résilience sur les productions du cacao et du maïs, par les agriculteurs de Ntui, souffrent du phénomène de climat changeant. Pour pallier aux problèmes de faible rendement agricole, les populations de l'arrondissement de Ntui mettent en

place des stratégies d'adaptation pour faire face aux effets pervers du climat. Toutefois, ces méthodes sont limitées à cause de la pauvreté des cultivateurs, du faible niveau d'éducation, l'accès limité aux nouvelles techniques de production et à l'information climatique, etc. Ces limites exposent les populations à la variabilité climatique en les rendant très vulnérables.

4.2 . Questions de recherche

Les contextes académique et institutionnel nous ont mené à élaborer une question centrale et quatre questions spécifiques.

4.2.1. Question principale

Comment se manifeste la variabilité climatique à Ntui ?

4.2.2. Questions spécifiques

Les questions spécifiques issues de la question centrale sont :

- Quels sont les facteurs physiques et socio-économiques qui impactent la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui ?
- Comment se manifeste la variabilité climatique à Ntui ?
- Quels sont les impacts de ces perturbations climatiques sur la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui ?
- Quelles sont les stratégies d'adaptation développées par les agriculteurs de l'arrondissement de Ntui ?

5. Contexte scientifique

5.1 . Variabilité climatique

La variabilité climatique est au centre des préoccupations des scientifiques et des décideurs politiques depuis quelques années en raison de leurs conséquences immédiates et durables sur l'environnement (Niang, 2009).

La variabilité du climat se traduit par la modification du régime pluviométrique et de la hausse des températures. Elle se caractérise aussi par des phases successives ou alternatives d'excédents et de déficits hydriques, des vents violents et des températures élevées. Les conséquences peuvent être durables lorsqu'elles se traduisent par de longues périodes de sécheresse ou d'inondation.

En Afrique tropicale, les populations rurales sont particulièrement affectées par les changements climatiques du fait que les performances de leurs systèmes de production sont très dépendantes du climat (Boko, 1988). La pauvreté ne leur permet pas d'accéder aux adaptations

technologiques (mécanisation, engrais, semences, irrigation, etc.) et aux innovations culturelles adéquates et efficaces notamment les semences améliorées, les techniques de cultures modernes.

Les recherches effectuées par Olivry et al. (1983) indiquent que les précipitations ont diminué. La région ouest-africaine a connu une récession pluviométrique aux ampleurs parfois très accusées, doublée d'une augmentation significative du nombre d'années sèches. Nicholson (1989) à travers ses calculs estime que la baisse des hauteurs pluviométriques dans la partie Ouest africaine est comprise entre 10 et 25 % en comparaison à celle enregistrée au début du XXe siècle. L'étude effectuée par Wilfried (2007) sur la caractérisation de la variabilité hydro-climatique au Bénin montre que le déficit pluviométrique des décennies 1970 et 1980 a été largement amplifié dans les écoulements de toutes les rivières du Bassin béninois du fleuve Niger. Ce déficit s'est manifesté par une tendance à la hausse des coefficients de tarissement et par une réduction sensible de la durée de tarissement. Cette situation constitue un facteur aggravant des impacts socio-économiques de la variabilité climatique car les sécheresses des années 70 ont provoqué une famine dramatique et les inondations de la décennie 90 ont occasionné la perte de la production (FAO, 2007).

Dans une analyse méthodologique, Amougou et al. (2007) présentent le danger direct du climat sur la population à travers une étude portant sur les cyclones. Cette étude ressort la genèse du phénomène cyclone et les effets désastreux qu'entraîne ce dernier sur la population. En s'accompagnant des pluies et de vents violents, les cyclones détruisent les habitats, dévastent les cultures en laissant la population dans des conditions précaires. Les auteurs ont démontré que la sécheresse gagne également l'Afrique tropical humide. Pour eux, la variabilité climatique se manifeste par des anomalies, des crises plus ou moins aléatoires et des phases successives ou alternatives d'excédant et de déficit hydrique.

Cette situation inquiétante a attiré l'attention de la communauté scientifique universitaire a réalisé des travaux sur les enjeux de la variabilité climatique et du changement climatique en Afrique tropicale (Boko, 1988 ; Ogouwalé, 2006 ; Amougou et al, 2007). Il ressort des analyses que la variabilité climatique a fortement impacté les économies qui étaient déjà fragiles et a occasionné des crises alimentaires aiguës en Afrique.

Au Cameroun, la quantité des précipitations a considérablement diminué. On observe une régression des précipitations depuis 1960 d'environ -2,2% par décennie (soit -2,9 mm

chaque mois). Les mois où cette régression est plus prononcée, sont ceux de mars, avril suivi de juin, juillet et août. Tandis que les températures quant à elles ont augmenté de 0,7°C de 1960 à 2007. Ceci représente un taux moyen de 0,15°C par décennie (PNACC, 2015).

S'agissant de l'impact du climat sur la productivité liée aux facteurs physiques tels que l'humidité et la fertilité du sol, Afouda et al. (1990) montrent que l'augmentation de la température a pour conséquences les désastres de la nature dû au climat affectant l'agriculture, la sécurité alimentaire, les ressources en eau et la biodiversité. Les indicateurs comme la sécheresse, les inondations et les températures extrêmes contribuent à la vulnérabilité de l'agriculture. Dans le même ordre d'idées, Kossouma et Amadou (2013) montrent que la région de l'Extrême-Nord est soumise à des conditions climatiques sévères et capricieuses. Les activités agricoles dépendent étroitement des facteurs naturels, essentiellement du climat et du sol. Selon ces auteurs, l'analyse de la perceptibilité et la vulnérabilité se fait suivant les aspects tels que les variations géographiques des précipitations annuelles, les variations dans le temps des précipitations des vents violents, des brumes de poussière, de la température de l'air, de l'humidité de l'air, de l'insolation.

5.2 . Activité agricole sous l'influence de la variabilité climatique

Dans la plupart des pays du monde, l'agriculture et l'élevage occupent une place très importante et sont prises ensemble.

D'après le GIEC (2007), les incidences négatives des perturbations climatiques sur les rendements agricoles ont été observées depuis plusieurs années. En 2001, le GIEC rappelait que les rendements en céréales devraient diminuer ; ce qui devrait avoir un effet considérable sur la sécurité alimentaire notamment dans les petits pays importateurs de produits alimentaires. En 2009, l'insuffisance et la mauvaise répartition des pluies dans le temps et dans l'espace au sahel ont conduit à une baisse importante de la production agricole (à 95% pluviale) et fourragère (Oxfam, 2010).

La GIZ (2015) dans ces études, précise que plus 30 millions de personnes vivantes dans la région du Lac Tchad souffrent énormément de l'assèchement du Lac et de la détérioration des capacités de la production agricole de la région. Toutes les activités socio-économiques se trouvent affectées et la surexploitation des ressources en eau et en terre entraîne des conflits et des migrations.

Durand (2013), explique dans son article qu'il existe trois variables climatiques de nature très différente ayant un impact important sur la production agricole à savoir la température, les précipitations et le taux de CO₂ (Dioxyde de carbone). Il souligne que le taux de CO₂ atmosphérique pourrait quasiment doubler d'ici la fin du siècle, passant de 380 à 700ppm.

Batha (2013) explique que, le changement climatique est déjà une réalité pour le maïs comme pour toute autre espèce. L'augmentation moyenne des températures est passé de 0,8°C/an entre les médianes des périodes 1959-1988 et 1989-2012. Il faut ajouter qu'un avancement des dates de semis se traduit par des dates de floraison et de maturité plus précoces et des choix de variétés plus tardives.

5.3 . Stratégies et mesures d'adaptation par les acteurs de l'agriculture

Les stratégies et politiques développées face aux perturbations climatiques ont été proposées par le GIEC (2001). Le GIEC proposaient des critères qui consistaient à supporter et partager les pertes, modifier la menace, prévenir les effets, modifier l'usage, changer de lieu, faire des recherches, éduquer, informer et encourager les changements de comportements. Mais, tout ceci dépend de la nature, de l'importance et du taux de variation climatique auxquels un système se trouve exposé, de la sensibilité et de la capacité d'adaptation des populations. Cependant, les différentes connaissances actuelles sur les fondements de la capacité d'adaptation d'un territoire donné sont encore insuffisantes. On décèle un manque de maturité concernant les stratégies ajoutées à un défaut de structuration en termes de recherche scientifique. Le GIEC (2007) précise que la faculté d'adaptation des êtres humains dépend des facteurs tels que la richesse, la technologie, l'éducation et l'information.

Les options définies pour l'adaptation aux changements climatiques en Mauritanie ont été établies en fiches de projets. Ainsi, dans le secteur de l'agriculture, les stratégies suivantes sont à proposer : Améliorer les techniques culturales en zone pluviale et introduire de nouvelles variétés de céréales plus résistantes à la sécheresse et à haut rendement, valoriser les techniques d'irrigation moins exigeantes en eau en zone oasienne (expériences pilotes du goutte à goutte), promouvoir la formation des producteurs, de leurs organisations socioprofessionnelles et des vulgarisateurs agricoles (PANA-Mauritanie, 2004).

Mberebe (2023), dans ces études, indique que les agriculteurs de Kousséri ont un degré de vulnérabilité très élevé face aux effets des perturbations climatiques de 1959 à 2019. De ce

fait, les paysans ont mis en œuvre des stratégies d'adaptation en réponse aux impacts de la variabilité climatique. Parmi celles-ci, nous notons l'utilisation de la variété précoce, les semis hâtifs, les diguettes, surveillance des champs, la pulvérisation des cultures, l'usage des cordons pierreux, diversification des activités génératrices de revenu, l'usage des engrais chimiques, etc. Cet auteur ajoute que les mesures d'adaptation sont limitées parce qu'elles sont réactives et non préventives. La gamme d'adoption de ces stratégies est faible du fait de l'insécurité, l'insuffisance des informations climatiques dans cette zone, de la pauvreté, etc.

Les besoins d'adaptation des populations à la variabilité climatique et à leurs impacts socio-environnementaux sont indispensables de nos jours, car la survie des populations en dépend. Ainsi, l'adaptation à court, à moyen et à long terme est nécessaire (GIEC, 2007).

6. Cadre théorique et conceptuel

6.1. Cadre théorique

6.1.1. Théorie de la diffusion des innovations de Everett Mitchell Rogers (1960)

Cette théorie stipule comment, pourquoi et à quel rythme les nouvelles idées, produits ou pratiques se propagent dans une société. Cette théorie décrit le processus par lequel une innovation est adoptée par différents membres d'un système social à travers le temps, influencée par divers facteurs. Rogers identifie cinq catégories d'adoptants : les innovateurs, les premiers adoptants, la majorité précoce, la majorité tardive et les retardataires, chacun ayant une attitude spécifique vis-à-vis de l'innovation. Il propose également cinq caractéristiques clés qui influencent l'adoption : l'avantage relatif, la comptabilité, la complexité, la possibilité d'essai et la visibilité.

Cette théorie est pertinente pour ce travail. Dans la mesure où, l'innovation pourrait être de nouvelles pratiques agricoles, des technologies de culture résistantes aux changements climatiques ou des systèmes de gestion de l'eau. L'adoption de ces innovations par les producteurs dépend de leur capacité à comprendre et à intégrer ces changements, et aussi de la manière dont l'innovation répond à leurs besoins, réduit leur vulnérabilité et améliore leur productivité face aux défis climatiques.

Les producteurs plus ouverts aux nouvelles techniques, peuvent influencer d'autres producteurs (majorité tardive) en montrant les avantages d'une production plus résiliente. Par ailleurs, des obstacles à la diffusion, comme des barrières culturelles, des coûts élevés ou un manque de formation, peuvent également freiner l'adoption de pratiques innovantes. Cette théorie permet donc d'analyser comment et pourquoi certains producteurs adoptent des

stratégies d'adaptation tandis que d'autres résistent aux changements, ce qui est essentiel pour la résilience collective face à la variabilité climatique.

6.1.2. La systémique

La systémique selon Grawitz M. (1993), est « une théorie qui tient compte de l'interdépendance des parties par rapport à un tout. C'est une théorie centrée sur le fondement de la recherche d'un système cherchant à construire un modèle sur le cadre adapté à l'association... ». En effet, la systémique est une théorie qui s'intéresse à un objet dans sa globalité pour mieux analyser plusieurs éléments différents qu'ils soient physiques et/ou humains.

L'application de cette théorie dans le cadre de notre travail permettra d'étudier les différents problèmes environnementaux tels que la variabilité climatique dans sa globalité en tenant compte des éléments du système à savoir les agriculteurs, les paramètres climatiques (températures et précipitations) et la production du cacao et du maïs.

6.1.3. La théorie du rapport entre le climat et les plantes cultivées de Dancette (1983)

La théorie sur le rapport entre le climat et les plantes cultivées est davantage mise en œuvre par Dancette (1983) dans l'évaluation des besoins en eau des plantes. En effet, à partir du coefficient cultural de chaque plante et de la date de semis, les besoins en eau des différentes plantes sont connus. Ces besoins en eau permettent ainsi de cultiver les plantes dans des milieux différents. En appuyant, Dancette et al. (1987) ont mis au point pour le compte de la FAO une méthode de satisfaction des besoins en eau des cultures dans les pays où l'eau constitue un facteur limitant l'agriculture pluviale. Les plantes se présentent comme des objets vivants, capables de fournir à l'humanité (directement ou indirectement) son alimentation, et d'occuper l'espace minéral dans lequel elles évoluent. Le mécanisme mis en jeu est la photosynthèse, qui dote les plantes d'un système permettant d'intercepter l'énergie lumineuse, d'investir cette énergie dans la réorganisation du dioxyde de carbone, de l'air en molécules organiques simples, de les reconfigurer en molécules plus élaborées, puis de redistribuer ceux-ci dans les différents organes de la plante (végétatifs, reproductifs et de stockage). La quantité d'eau dans un sol compris entre la capacité au champ et le point de flétrissement permanent est appelée la réserve utile. Le terme implique que toute cette réserve en eau est utile pour les plantes.

Cette théorie s'applique dans le cadre de ce travail dans la mesure où, la croissance des plantes cultivées nécessite des conditions climatiques favorables.

6.2. Cadre conceptuel

Notre sujet de recherche s'intitule : « l'adaptation et la résilience des producteurs de cacao et de maïs dans l'arrondissement de Ntui à la variabilité climatique. Pour mener à bien cette recherche, il est nécessaire de clarifier les différents concepts et expressions afin de contextualiser la compréhension des idées.

6.2.1. Adaptation

Selon la FAO (2007), l'adaptation est « l'ajustement dans les systèmes naturels ou humains en réponse à des changements climatiques actuels ou attendus, ou à leurs effets, qui atténue les dommages ou en valorise les bénéfices ». On peut distinguer plusieurs types d'adaptation à savoir :

- ✓ **Adaptation anticipative** qui a lieu avant que les effets des changements climatiques soient observables ;
- ✓ **Adaptation réactionnelle** : adaptation qui a lieu après que les effets des changements climatiques aient été observés ;
- ✓ **Adaptation planifiée** : adaptation qui résulte de décisions stratégiques délibérées, fondées sur une perception claire des conditions qui ont changé ou qui sont sur le point de changer et sur les mesures qu'il convient de prendre pour prévenir, s'en tenir ou parvenir à la situation souhaitée.

Le concept d'adaptation est aussi défini comme un processus par lequel des organismes ou des populations d'organismes qui habitent ensemble dans un environnement bien défini font face aux ajustements biologiques et comportementaux, lesquels changements augmentent leurs chances pour la survie (Bates, 1998). Les organismes ou les populations d'organismes s'adaptent de deux manières : soit par une adaptation biologique, soit par une adaptation comportementale.

L'adaptation est aussi conçue comme la solution à un problème particulier et à la source des changements imprévus et des problèmes inévitablement nouveaux (Bates, 1998). Cette définition souligne que l'adaptation n'est pas bonne ou mauvaise en soi, elle est simplement une réponse provisoire à des changements. Elle est dynamique, évolue et se transforme, elle n'est pas statique, et suit une perspective temporelle. Il y a une évolution des adaptations lorsque les conditions changent, elles changent également.

6.2.2. Résilience

La résilience est « la capacité d'un système social ou écologique d'absorber des perturbations tout en maintenant la même structure de base et modes de fonctionnement, la capacité d'auto organisation et la capacité d'adaptation au stress et au changement » (GIEC, 2008). Sous l'effet du changement climatique, la résilience ne signifie pas un ajustement pour maintenir une situation donnée. Dans les systèmes sociaux et écologiques interdépendants et complexes, la résilience signifie plutôt agir pour transformer des communautés et des économies vers des configurations qui fonctionnent mieux sous un nouveau régime climatique dynamique (Folke et al., 2018).

6.2.3. Impacts

L'impact est défini comme : « toute modification quantitative, qualitative et fonctionnelle, positive ou négative, subie par tout ou partie d'un système (cible) à la suite d'un choc ou stress externe (d'origine anthropique, artificiel ou naturelle), et dont la magnitude dépend de la valeur et de la vulnérabilité du système cible » (GIEC, 2001). Littéralement, l'impact correspond souvent aux effets négatifs et aux dommages induits.

Selon Issa (2012), l'impact amène la cible à un état futur différent de ce qu'il aurait été dans sa tendance d'évolution « normale » (état de référence). Dans le cadre de cette étude, les variables bioclimatiques constituent le « choc ou stress externe » et les agrosystèmes représentent « le système cible ».

6.2.4. Variabilité climatique

Le climat désigne l'ensemble des phénomènes météorologiques qui se produisent au-dessus d'un lieu dans leur succession habituelle (Encarta, 2009). Cette définition ressemble à celle du climatologue Max Sorre qui le définit comme étant l'ambiance atmosphérique constituée par la série des états de l'atmosphère au-dessus d'un lieu dans leur succession habituelle. Le climat se distingue selon les régions équatoriales, tropicales, tempérées, etc.

Quant à la variabilité climatique, elle désigne le changement d'un phénomène. Cette variabilité est souvent prévisible ou connue à l'avance. La variabilité climatique se définit comme étant la mobilité ou la variation du schéma climatique moyen et d'autres statistiques (écarts standards, normales, phénomènes extrêmes, etc.) du climat à toutes les échelles temporelles et spatiales au-delà des phénomènes climatiques individuels. La variabilité peut être due à des processus internes naturels au sein du système climatique (variabilité interne), ou

à des variations de forçage externes anthropiques (Boko, 1988). Dans ce travail, nous caractériserons les cycles interannuels et les différentes tendances du climat.

6.2.5. Production agricole

La production agricole désigne un ensemble de caractéristiques des exploitations composées de leur taille, de leur orientation technico-économique et de leur productivité. Cette productivité dépend des facteurs de production tels que le capital humain (travail), les ressources naturelles (la terre) et l'entrepreneuriat. Elle peut être définie aussi comme une unité de production remplissant les trois critères suivants : produire des produits agricoles, avoir une gestion courante indépendante, atteindre un certain seuil en superficie, en production, etc.

6.2.6. Le Cacao

6.2.6.1. Description du cacao

Le cacaoyer (*Theobroma cacao*) est originaire des forêts tropicales humides de l'Amérique Centrale et du Sud. Longtemps classé dans la famille des Sterculiacées, le cacaoyer a été récemment reclassé dans la famille des Malvacées. Le cacaoyer est reparti en trois (03) groupes : *Criollo*, *Forastero*, *Trinitario*.

Le cacaoyer est une plante pérenne qui est maintenu entre 4 à 6 m de haut à l'état cultivé et plus de 15 m de haut à l'état sauvage. Il a un système racinaire composé d'un pivot et des racines plagiotropes (latérales) au niveau du collet. Les racines latérales couvrent 20 à 30 cm de profondeur.

La croissance du cacaoyer est bimodale et son tronc est orthotrope (vertical). Le cacaoyer est formé de couronnes de branches plagiotropes (branches principales) à croissance plus ou moins horizontale entre 1 et 1,25 m au-dessus du sol (Kokou et al, 2014).

Les feuilles du cacaoyer sont opposées sur les branches plagiotropes. La production des feuilles sur les branches plagiotropes se fait par une série de flushes (poussées foliaires). Elles ont une durée de vie d'environ un an (Kokou et al, 2014).

Les fleurs du cacaoyer apparaissent aussi bien sur le tronc que sur les branches à des points fixes appelés coussinets floraux. Les fleurs peuvent apparaître tout au long de l'année autant sur le tronc que sur les branches (cauliforie).

Les fruits : les jeunes fruits immatures au stade initial de développement sont appelés « cherelles ». Les fruits matures sont appelés cabosses. Leur développement et leur

maturation s'étalent sur 4 à 7 mois. La cabosse renferme en moyenne 20 à 55 graines ou fèves.

Les fèves sont noyées dans un liquide acidulé ou sucré de couleur blanche et appelé pulpe mucilagineuse. Elles sont de forme ovoïde, ellipsoïde ou amygdaloïde, et leurs cotylédons sont blancs, pourpres, violets ou de couleur intermédiaire. (Kokou et al, 2014).



A : produit de cacao non à maturité

B : produit mur de cacao

C : fèves de cacao

Planche 1 : Description du cacao

Source : Auteur, 2023

La planche 1 décrit le cacao. Le **A** montre le cacaoyer avec des fruits non mur, le **B** montre les cabosses de cacao déjà murs, le **C** présente les fèves de cacao cacao déjà mur.

6.2.6.2. Ecologie du cacao

De nombreux facteurs écologiques interviennent dans la croissance, la floraison, la fructification abondante et les poussées foliaires normales du cacaoyer (Mossu, 1990 cité par Kwesseu, 2010).

La température optimale du cacaoyer est de 28°C, mais il supporte des températures maximales moyennes comprises entre 30°C et 32°C et des températures minimales de 18 à 21°C, avec un minimum absolu de 10°C. Le cacaoyer exige une pluviométrie annuelle de 1500 à 2500 mm avec au plus trois mois dont la pluviométrie est inférieure à 1000mm. Cependant, le cacaoyer pousse dans des régions où la pluviométrie excède 3000 mm de pluies par an.

Les sols affectés à la cacaoculture, doivent être aérés, profonds (1,5 m au moins), bien drainants (non hydromorphes), de préférence à texture sablo-argileuse, avec une

capacité de rétention en eau élevée. Le cacaoyer doit être cultivé sur des sols ayant un pH variant de 5 à 7 (Mossu, 1990 cité par Kwesseu, 2010).

6.2.6.3. Productivité du cacao au niveau national

Le cacao est produit au Cameroun dans 7 (sept) des 10 (dix) régions : Centre, Sud, Est, Sud-ouest, Littoral, Nord-Ouest et Est. La production de cacao au Cameroun au cours de la campagne 2020-2021 a culminé à 292 471 tonnes. Avec cette performance en hausse de 35 319 tonnes par rapport à la précédente campagne, soit 12% en valeur relative, le Cameroun affiche sa meilleure production sur les six dernières campagnes, et se rapproche ainsi de la barre de 300 000 tonnes de fèves produites. Au cours de la campagne sous revue, les broyeurs ont transformé 62 341 tonnes de fèves. Un volume en « *légère augmentation de 3,3%* » par rapport à la campagne 2019-2020.

Tableau 1 : Traits caractéristiques des groupes de cacaoyers

Groupes	Morphologie	Observations
Criollo	-Cabosses longues et pointues, vertes ou violettes avant maturité, jaune orange ou rouge à maturité -Fèves dodues et de section presque ronde, ont une couleur blanche ou violet pâle et une faible amertume	-Fournit ce que l'on désigne commercialement par cacao fin, très aromatique -Peu cultivé car de faible vigueur, et très sensible aux maladies
Forestero	-Cabosses ovoïde, vertes à l'état immature et jaunes à maturité -Fèves plus ou moins aplaties de couleur pourpre foncé avec une saveur amère et un goût acide -Petits fruits allongés, sillons peu marqués -Petites fèves	-Résistants aux maladies -Impliqué dans de nombreuses sélections à cause de sa vigueur et sa précocité -Résistants aux maladies
Trinitario	-Hybrides des deux premiers groupes -Caractères intermédiaires Forastero et Criollo (hybrides naturels) -Cabosses vertes ou rouges avant maturité	-Connu pour sa grande capacité de production

Source : www.icco.org

6.2.7. Maïs

6.2.7.1. Description du maïs

Originnaire de l'Amérique centrale et du sud (Amérique méridional), le maïs, de son nom scientifique *Zea mays*, est l'une des principales cultures vivrières cultivées dans l'arrondissement de Ntui. C'est une plante monocotylédone diploïde annuelle ($2n=20$) appartenant à la famille des *poaceae* et à la tribu des *maydeae* (Ristanovic, 2001). La plante possède des racines séminales fonctionnelles jusqu'au stade de cinq ou de six feuilles et des racines définitives ou coronaires (Anonyme, 2006).

La tige est constituée d'écorce et de moelle, mesurant entre 0,6 et 6 mètres (Ristanovic, 2001). La tige se subdivise en nœuds dont le nombre varie de 6 à 20 (Anonyme, 2006). Au niveau de chaque nœud, est insérée une feuille alternative d'un côté et de l'autre de la tige (leur nombre varie de huit à quarante-huit) et un bourgeon axillaire. A la base du limbe, se trouve la ligule qui a quelques millimètres de haut. Le maïs est monoïque et a des inflorescences généralement unisexuées (séparée). La fleur mâle est une panicule terminale, les fleurs femelles sont regroupées à l'aisselle des feuilles de la partie médiane de la plante.

L'épi est une miniature, avec des spathes et une inflorescence terminale (l'épi proprement dit) formé d'un axe central, la rafle, qui porte les grains (Anonyme, 2006).

Le grain est un caryopse comprenant le péricarpe, l'embryon et l'albumen riche en amidon (Anonyme, 2006). La couleur du grain dépend de la nature du tégument ainsi que de la couche d'aleurone.



A : champs de maïs

B : Epi de maïs

C : graines de maïs

Planche 2 : Description du maïs

Source : Auteur, 2023

6.2.7.2.Écologie du maïs

Un maïs de 120 jours en climat tropical demande au moins 600 mm de pluies bien réparties. Les sécheresses sont particulièrement dommageables au moment des semis, mais encore plus au moment de la floraison et de la formation des épis. L'excès de pluies provoque l'asphyxie, la pourriture des racines et les vents provoquent l'averse (Amougou et al, 2021).

La germination de maïs a besoin d'une température de moins de 10°C parce que chaque baisse de température provoque la destruction de maïs qui a besoin entre 18 et 25°C. la température extrême de plus +30°C affecte négativement la pollinisation des fleurs du maïs.

Le maïs peut être planté dans différents types de sol. Il améliore la structure du sol des cultures par l'effet mécanique des racines solides et des matières organiques fournies par les restes de la récolte à partir des tiges racines.

La production du maïs nécessite largement des précipitations pour sa croissance. Si une baisse de pluviométrie est constatée pendant la période de floraison, cela se traduirait par une baisse significative de la production. Pendant la floraison, le maïs a besoin d'eau en grande quantité au cours des 20 jours avant et après la floraison.

6.2.7.3.Productivité du maïs au niveau national

La culture du maïs tend à devenir une culture commerciale comme le café ou le cacao en procurant des revenus non négligeables aux producteurs. En effet, non seulement, le maïs occupe une place importante dans les différentes fonctions de la production agricole au Cameroun, mais aussi il reste la première céréale consommée dans le pays (2/3 de la production soit environ 400 000 tonnes en 2004), loin devant le sorgho, le riz, ou le blé. Par son cycle de production court, le maïs permet aux paysans d'avoir accès au marché et de maximiser leurs revenus. Ainsi, on peut dire que le maïs constitue un espoir pour les populations car non seulement il nourrit l'être humain, du nourrisson à l'adulte, sous différentes formes de cuisson, mais aussi il sert d'aliment pour le bétail, et il fournit des dérivées de l'amidon qui sont utilisés en papeterie, dans la fabrication des plastiques biodégradables et du biocarburant. Ce cap de production est d'autant plus préoccupant que les rendements de maïs obtenus en milieu paysan restent faibles (1,5 à 2,6 tonnes/ha) et sont en général inférieurs de 50% à 80% aux rendements optimums facilement accessibles avec les technologies disponibles par la recherche (Minader,

Op. cit). Le Cameroun est ainsi passé d'un état d'exportateur net de maïs en 1974, à un état d'importateur net depuis les années 1980 ; ce qui détériore davantage sa balance commerciale déjà déficitaire (Gergely, 2002), notamment depuis la récente flambée des prix internationaux des produits alimentaires.

6.3. Opérationnalisation

Tableau 2 : Opérationnalisation du concept de variabilité climatique

Concepts	Dimensions	Variables	Indicateurs	Sous-indicateurs
Variabilité climatique	socioculturelle	Perception des habitants	Différentes interprétations de la variabilité par la population	Saisonnier, annuel
	Temporelle	Précipitations	Ecart type et coefficient de variation des précipitations	Mensuel, saisonnier, annuel
		Températures	Anomalies de températures	Journaliers
		Ensoleillement	Degré d'ensoleillement	Mensuels, annuels

Le tableau 2 ci-dessus, met en exergue le concept de « variabilité climatique » suivant deux dimensions à savoir : socioculturelle et temporelle. Ces deux dimensions sont réparties en composantes qui diffèrent en fonction de chacune des dimensions. Ainsi, nous avons : dimension socioculturelle (perception des populations), dimension temporelle (pluviométrie, températures, ensoleillement). Ces composantes sont mieux cernées grâce aux indicateurs tels que les différentes interprétations de la variabilité climatique par la population, l'écart type et coefficient de variation des précipitations, anomalies de températures, degré d'ensoleillement.

Tableau 3: Opérationnalisation du concept d' « impact » de la variabilité climatique

Concepts	Dimension	Variables	Indicateurs	Sous indicateurs
Impacts de la variabilité climatique	Négative	Augmentation de la température Diminution des précipitations	Perte de cultures Baisse des rendements agricoles Maladie	Pertes des revenus annuels en FCFA
	Positive	Température moyenne Précipitation moyenne	Développement des cultures Augmentation des rendements agricoles Développement durable	Rendement moyen (kg/hectare), variation annuelle

Il ressort du tableau 3 ci-dessus que le concept « impact » est divisé en deux dimensions à savoir : négative et positive. Nous tiendrons compte dans cette étude de la dimension négative du fait que la variation des éléments du climat (précipitations et températures) a engendré généralement des effets négatifs dans l'arrondissement de Ntui. Même s'il y a des effets bénéfiques, nous les ignorons encore. La dimension négative se subdivise en deux variables à savoir les températures et les précipitations. Ces deux variables sont appréhendées grâce aux indicateurs tels : la perte des cultures, la baisse des rendements et les maladies. Ces indicateurs ont des sous indicateur tels que : pertes des revenus annuels en FCFA, rendement moyen en kg/hectare et des variations annuelles.

Tableau 4 : Opérationnalisation du concept de production agricole

Concept	Dimensions	Variables	Indicateurs	Sous indicateurs
Production agricole	Cacao	Quantité	Volume de production	En tonnes/ an
	Maïs	Productivité	Rendement à l'hectare	Kg/hectare
		Pratiques culturales	Techniques culturales	Surface/quantité/fréquence

D'après le tableau 4, le concept « production agricole » prend en compte la culture du cacao et du maïs. Ces deux dimensions éclatent à leur tour en trois variables : quantité et les techniques culturales. Les variables se subdivisent en trois indicateurs qui sont : volume de la production, rendement à l'hectare et techniques culturales. Ces indicateurs présentent à leur tour trois sous indicateurs qui sont : en tonnes/ an, en kg/hectare et surface/quantité/fréquence.

7- Objectifs

7.1. Objectif principal

L'objectif principal est d'analyser l'incidence de l'instabilité du climat sur la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui, et de proposer des mesures d'adaptation voir de résiliences des agriculteurs. A cet objectif principal, dérivent les objectifs spécifiques

7.2. Objectifs spécifiques

Il s'agira spécifiquement pour nous de :

- Déterminer les facteurs physiques et socioéconomiques qui impactent la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui ;
- Décrire la dynamique du climat dans l'arrondissement de Ntui ;
- Montrer les impacts des perturbations climatiques sur la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui ;
- Identifier les stratégies d'adaptation mises en œuvre par les paysans pour pallier aux perturbations climatiques observées.

8. Hypothèses

8.1. Hypothèse principale

L'hypothèse principale stipule que l'instabilité du climat a une incidence sur la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui. De cette hypothèse principale, découlent les hypothèses secondaires.

8.2. Hypothèses spécifiques

- Les facteurs physiques et socioéconomiques impactent la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui ;
- Les perturbations climatiques sont une réalité dans l'arrondissement de Ntui ;
- Les perturbations climatiques impactent la production du cacao et du maïs ;
- Les paysans mettent en œuvre des stratégies d'adaptation pour pallier aux perturbations observées dans l'arrondissement de Ntui.

9. Méthodologie

La méthodologie générale adoptée dans notre étude est l'approche hypothético-déductive combinée au modèle Pression-Etat-Réponse (PER). Cette démarche consiste à émettre à posteriori des hypothèses sur la base d'un raisonnement considéré comme vraisemblable destiné à être vérifié. Compte tenu du fait qu'elle sera détaillée dans différents chapitres, nous ne donnerons ici que les informations générales sur les outils de collecte des données et les différentes méthodes de leur analyse.

9.1. Outils de collecte des données

Pour réaliser ce travail, nous avons utilisé un certain nombre de matériel :

- Un appareil photo-numérique pour les prises de vue sur le terrain ;
- Des questionnaires et guides d'entretien ;
- Des blocs notes et des stylos pour la prise de notes ;
- Un ordinateur portable ;
- QGIS, Adobe Illustrator, Excel 2016, SPSS, Word 2016 pour l'analyse et le traitement des données.

9.2. Collecte des données

La collecte des données est un processus important dans l'élaboration d'un travail de recherche. Quel que soit le type d'évaluation à mener, il est essentiel de bien choisir les méthodes d'analyse des données et de les appliquer correctement. Dans le cadre de cette étude, deux catégories de données ont été collectées : les données primaires et les données secondaires.

9.2.1. Collecte des données primaires

Les données primaires utilisées pour mener ce travail sont de diverses natures :

- Données climatiques

Les données climatiques utilisées dans cette étude sont les précipitations moyennes annuelles et les températures moyennes annuelles (maximales et minimales) de l'arrondissement de Ntui. Elles ont été collectées auprès du service de la Météorologie Nationale (DMN). Ces données couvrent une période de quarante-ans (1982-2021).

- Données agricoles

Les statistiques agricoles notamment les données de production moyenne annuelle de la culture du cacao et du maïs de l'arrondissement de Ntui, ont été collectés auprès de la

Délégation d'arrondissement du MINADER de Ntui. Ces données vont de 2000 à 2021 soit une période de vingt-un an.

- **Données cartographiques**

Elles constituent les premiers éléments dont nous nous sommes servis de référence. Celles-ci sont issues des différents travaux des recherches antérieures. Le fond de carte conçu par l'Institut National de la Cartographie notamment celle de la localisation de la zone d'étude, nous a permis de localiser et de représenter notre objet d'étude.

9.3. Méthodes utilisées

Il s'agit principalement des enquêtes par questionnaire, des observations directes et des entretiens.

9.3.1. Observation directe

L'observation directe nous a permis d'apprécier directement les effets pervers de la variabilité climatique sur la production du cacao et du maïs ainsi que les stratégies développées en réponse à ces impacts.

9.3.2. Entretien

Avant la descente sur le terrain, nous avons préparé un guide d'entretien nous permettant d'obtenir des informations majeures relatives à notre thème d'étude. Il s'agit ainsi de collecter les informations complémentaires auprès des autorités traditionnelles (chefs traditionnels) et administratives (Délégués, chefs de postes agricoles, les techniciens agricoles du projet ACEFA), les présidents de coopérative agricole (PCA)).

9.3.3. Enquête par questionnaire

L'enquête par questionnaire s'articule autour de trois points. Il s'agit de : l'élaboration du questionnaire, le choix des sites et la détermination de l'échantillon.

9.3.3.1. Elaboration du questionnaire

Le questionnaire administré était structuré en quatre sections (l'identification de l'enquêté, la présentation de la dynamique climatique, la perception des agriculteurs des effets négatifs de la variabilité du climat dans le passé et actuellement, les impacts de la variabilité climatique (température et précipitations) sur la production agricole et enfin les mesures d'adaptation développées). Vu la longueur du questionnaire et compte tenu du fait que la

majeure partie des enquêtés n'ont pas un niveau scolaire assez élevé, nous avons opté pour un questionnaire semi-fermé.

9.3.3.2. Choix des sites

Parlant du choix des sites, nous avons choisi les différents sites selon la méthode de sondage « raisonnée » appelée « méthodes des unités types » développée par Dufour et al. (2012). Chaque village avec ses caractéristiques particulières constitue une « unité type ». Nous avons choisi de mener nos enquêtes dans dix (10) villages de l'arrondissement. Ces villages ont été privilégiés grâce aux critères suivants :

- L'effectif de la population : les zones fortement peuplées, moyennement peuplées et moins peuplées soient représentées
- Le rendement : les zones qui ont un taux élevé de la production du cacao et du maïs.
- L'ambiance climatique : les villages choisis subissent l'influence du climat
- L'accessibilité des routes : les villages choisis sont accessibles.

9.3.3.3. Choix de l'échantillon

L'échantillon a été choisi selon la méthode de sondage par « choix raisonné » appelée « méthode des unités types » proposé par Dufour et al. (2012). La méthode consiste à sélectionner un échantillon sans tirer les unités de sondage « au hasard », mais en utilisant une information a priori relative à la population à étudier. Chaque chef de ménage agricole (CMA) constitue une « unité type ».

Notre unité d'observation est un chef de ménage agricole qui a au moins 35 ans d'âge et qui réside dans l'un des dix (10) villages qui constituent nos sites de recherche dans l'arrondissement de Ntui. L'enquête s'est faite sur 300 individus (tableau 4).

Le choix de cet échantillon provient du fait que, les agriculteurs ayant moins de 35 ans d'âge ont moins de connaissance relative sur la variabilité du climat et moins d'observations pertinentes à formuler (Gyampoh et al, 2009). Or, l'étude sur le climat nécessite des données d'au moins 30 ans, c'est la raison pour laquelle nous avons choisi cette tranche d'âge. Car, elles peuvent clairement et nettement nous renseigner au sujet de la variabilité du climat dans l'arrondissement de Ntui.

Tableau 5 : Répartition de l'échantillon par site

Villages	Nombre total de ménages agricoles	Nombre de ménages enquêtés dont le chef a au moins 30 ans d'âge	Nombre de répondants	Pourcentage (%)
Betamba	830	35	25	10%
Biagnimi	203	12	12	4,8%
Bilanga-kombe	211	14	14	5,6%
Bindalima II	237	15	15	6%
Bivouna	961	39	35	14%
Kela	822	29	25	10%
Koundoung	299	22	17	6,8%
Ndimi	1000	49	40	16%
Nguila-baboute	1460	55	45	18%
Salakounou	450	30	22	8,8%
Total	6473	300	250	100%

Source : Enquête de terrain, 2023

9.4. Collecte des données secondaires

Elles renvoient aux documents physiques que nous avons consultés lors de la rédaction de ce travail. Les documents exploités étaient des ouvrages généraux, des ouvrages spécifiques, des rapports, des thèses, des mémoires, des revues et les articles scientifiques. Ces documents ont été consulté à la bibliothèque du Département de Géographie de l'Université de Yaoundé I et la bibliothèque de la Faculté des Arts, Lettres et Sciences Humaines (FALSH) de l'Université de Yaoundé I ; à la Bibliothèque de la mairie de Ntui ; à la bibliothèque de la Délégation d'Arrondissement du MINADER de Ntui et à la bibliothèque de l'Institut de Recherche Agricole pour le Développement de Ntui (IRAD).

9.5. Méthodes de traitement et d'analyse des données

9.5.1. Traitement des données

Elle porte sur le traitement des données qualitatives et quantitatives

9.5.1.1 Données quantitatives

Les données de précipitations, de température et de la production agricole sont codifiées afin de constituer une base de données pour un traitement. Ce traitement s'est fait à l'aide du logiciel SPSS. Après avoir dépouillé manuellement ces données, elles ont été introduites dans l'ordinateur à travers un masque de saisie. Les résultats obtenus ont été représentés sous forme de tableaux, de diagrammes et de graphiques à l'aide du logiciel Excel 2016.

9.5.1.2 Données qualitatives

Les données qualitatives collectées sur le terrain ont été d'abord rassemblées en vue d'une éventuelle exploitation. Ensuite, les informations convergentes ont été regroupées. Les grandes tendances dégagées ont fait l'objet d'analyse pour être ensuite interprétées. Le traitement des données qualitatives a porté sur les différentes stratégies d'adaptation développée, l'appréhension et la perception locale des effets climatiques par les paysans.

9.5.2. Analyse des données

Il s'agit précisément de l'analyse descriptive (statistique descriptive) des résultats obtenus du traitement des données collectées. Les analyses ont été faites ainsi qu'il suit :

Les fréquences sont obtenues suivant cette formule :

$$f = n / N \times 100$$

Avec **f** : la fréquence en % ; **n** : nombre de répondants ; **N** : nombre total de l'échantillon.

Pour les données climatiques, nous avons calculé :

- Moyenne annuelle des températures

Cette moyenne est obtenue d'après l'équation suivante :

$$T_a = \sum (T_x) / N_b$$

Avec **T_a** : Température annuelle moyenne en °C ; **T_x** : Température mensuelle en °C et **N_b** : nombre total de mois.

- Moyenne annuelle de précipitations

Elle est obtenue d'après l'équation statistique suivante :

$$P_a = \sum (P_y) / N_b$$

Avec **P_a** : précipitation annuelle moyenne en mm ; **P_y** : quantité mensuelle de pluies recueillie en mm ; **N_b** : nombre total de mois.

- Ecart à la moyenne des précipitations ou des températures

Cet écart est calculé pour mieux cerner les périodes sèches ou humides, fraîches ou chaudes. Il est obtenu à travers l'équation suivante :

$$E_{moy}(P) = P_i - P_m$$

Avec **E_{moy}** : Ecart à la moyenne des précipitations ou des températures ; **P_i** : précipitation (ou température) annuelle en mm et **P_m** : moyenne des pluies (ou températures) enregistrée sur un intervalle de temps donné.

- **Détermination des mois secs**

Elle nous permet d'identifier les mois secs et les mois humides au cours de la saison.

Pour cela, nous avons utilisé la formule de Gaussen : $P=2T$

Avec **P** : précipitation moyenne mensuelle (ou saisonnière) et **T** : la température moyenne mensuelle (ou pour la saison).

- **Indice pluviométrique** a permis d'identifier et de caractériser la variabilité interannuelle et saisonnière des pluies par rapport à la moyenne des précipitations et d'apprécier le degré de sécheresse dans les différentes zones cibles.

- **Détermination de la variabilité interannuelle (indice de Nicholson)**

Le calcul de l'indice pluviométrique standardisé ou Standardized Précipitation Index (SPI) est utile pour déterminer la sévérité de la sécheresse selon différentes classes. Ces différentes classes ayant des valeurs déterminées ont contribué à caractériser la tendance pluviométrique dans l'arrondissement de Ntui.

$$\text{Indice SPI} = (X_i - X_m) / \sigma$$

Où :

SPI : Indice Pluviométrique de Nicholson ;

X_i : Hauteur totale des précipitations pour une année ;

X_m : Moyenne de la distribution interannuelle des pluies de la période de l'enregistrement ;

σ : Ecart type de la pluviométrie moyenne annuelle sur la période de l'enregistrement ;

Le tableau 5 présente la classification de l'indice de Nicholson permettant la détermination du degré de la sécheresse à Ntui. Il existe six différentes classes pour montrer le degré de sécheresse. Chaque classe est associée à un indice bien précis (tableau 6).

Tableau 6 : Classification du SPI

Classes 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
$-2 < SPI < -1$	Sécheresse forte
$SPI < -2$	Sécheresse extrême

Source : OMM, 2012

- **Détermination du stade bioclimatique grâce à l'indice d'agressivité climatique de De Martonne à l'échelle mensuelle et annuelle**

Il s'agit de définir l'état climatique de notre zone d'étude. Les différents stades bioclimatiques sont définis et classés à l'aide d'indices d'aridité climatique. Pour définir cet état, on a utilisé l'indice de De Martonne. Cet indice, mis au point par Emmanuel de De Martonne a permis de caractériser le climat d'une région et évaluer son impact sur les processus physiques et biologiques. Il s'écrit de la manière suivante :

$$I_a \text{ (annuel)} = P / T + 10$$

$$I_a \text{ (mensuel)} = 12P / T + 10$$

Où I_a = Indice de De Martonne ; P = hauteur d'eau annuelle ou mensuelle et T = température moyenne annuelle ou mensuelle. L'indice de De Martonne a quatre niveaux d'interprétation :

- Si $I_a > 20$, humidité suffisante ;
- Si $10 < I_a < 20$, tendance à la sécheresse ;
- Si $I_a < 10$, aridité;
- Si $I_a < 5$, hyper aridité.

- **Indice de pluviosité**

L'indice de pluviosité est donné par le rapport de la hauteur de précipitation annuelle à la hauteur moyenne annuelle de précipitation :

$$I_p = P_i / P_m$$

I_p = Indice de pluviosité ; P_i = hauteur de précipitation annuelle et P_m = moyenne annuelle de précipitation.

Une valeur de ce rapport supérieur à 1 caractérise les années humides. Par ailleurs, si ce rapport est inférieur à 1, les années sont qualifiées de sèches. Cet indice a l'avantage de dégager les grandes tendances en supprimant les faibles fluctuations internes de la variable qui montre l'indice de pluviosité dans nos zones.

- **Droite de régression des éléments du climat**

Elle représente la tendance générale de l'évolution des différentes variables agro-climatiques par unité de temps sur la série des données observées. Elle est obtenue à partir de l'équation ci-après :

$$Y = Ax + B \text{ avec } A = \text{cov}(x, y) / x^2 \text{ et } B = m(y) - am(x).$$

Avec A : la pente de la droite de régression par rapport à l'axe des x , ou encore le taux de croissance des températures, des précipitations et la production annuelle ; B : la coordonnée verticale de l'intersection entre la droite de régression et l'axe des y .

- **Les rendements annuels de la production du cacao et du maïs**

Le rendement (Rdt) est le rapport de la production obtenue par an et par unité. Il se mesure en tonne. Il est obtenu à partir de l'équation suivante :

$$\mathbf{Rdt} = \mathbf{P_o} / \mathbf{S_o}$$

Avec $\mathbf{P_o}$: production du cacao et du maïs et $\mathbf{S_o}$: surface de production.

- **Test de corrélation entre les éléments du climat et la production du cacao et du maïs 2000 à 2021.**

Le test de Spearman a été adopté pour estimer statistiquement l'influence des éléments du climat (températures et précipitations) sur la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui. Ce test est utilisé pour estimer avec précision le seuil d'erreur de l'association entre deux variables (températures et cacao, température et maïs, précipitation et cacao ou précipitation et maïs). Pour ce faire, nous avons calculé le coefficient de corrélation \mathbf{rs} de Spearman d'après la formule suivante :

$$\mathbf{Rs} = 1 - 6 \sum \mathbf{D^2} / \mathbf{n} (\mathbf{n^2} - 1)$$

Avec \mathbf{D} : différence de rang entre deux mesures des variables observées ; $\sum \mathbf{D^2}$: somme des carrés de ces différences ; \mathbf{n} : taille de l'échantillon (nombre de pair de mesure) ; \mathbf{rs} : coefficient de corrélation de Spearman.

- **Coefficient de détermination du degré d'implication des éléments du climat sur la production à l'hectare du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui.**

Ce coefficient a été calculé pour estimer le degré d'implication des éléments du climat sur la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui. Il est obtenu d'après la formule statistique suivante :

$$\mathbf{R} = \mathbf{rs} \times \mathbf{rs}$$

Avec \mathbf{rs} : coefficient statistique de Spearman (%) ; \mathbf{R} : coefficient de détermination de degré d'implication des éléments du climat sur la production du cacao et du maïs.

- **Méthode d'étude d'impact de la variabilité climatique sur la production du cacao et du maïs**

Cette étude a été faite à partir de la perception des cultivateurs sur les impacts de la variabilité climatique. La méthode utilisée est la matrice des risques climatiques proposée par l'Institut de la Banque Mondiale qui obéit aux étapes ci-après :

- L'identification des extrêmes météorologiques affectant la culture du cacao et du maïs dans le milieu ;
- La détermination des probabilités d'occurrence de ces différents risques ;
- L'identification des variables impactées lors de la production du cacao et du maïs ;
- L'identification des impacts des extrêmes météorologiques sur les variables ;
- La détermination des conséquences ou niveaux de sévérité lorsque les extrêmes météorologiques apparaissent ;
- La détermination des degrés des impacts ou valeurs extrêmes météorologiques ;
- La détermination de la matrice d'impacts.

Ainsi :

- Les extrêmes météorologiques possibles à analyser ont été déjà identifiés. Ce sont l'augmentation de la température, le démarrage tardif des pluies, le raccourcissement des saisons des pluies, la sécheresse et les inondations.
- Nous avons déterminé les probabilités d'occurrence des différents risques en nous appuyant sur celles proposées par le GIEC. En effet, selon le GIEC, un risque est dit "extrêmement probable" si sa probabilité d'occurrence est supérieure à 95%, "très probable" si la probabilité est supérieure à 90%, "probable" si elle est supérieure à 66% et "peu probable" si la probabilité est supérieure à 50%. Des fonds de couleur ont été attribués à chaque probabilité (tableau 7).

Tableau 7 : Différentes couleurs affectées correspondant aux probabilités

Probabilités	Dénomination des probabilités	Couleur
Supérieur à 95%	Extrêmement probable	
Supérieur à 90%	Très probable	
Supérieur à 66%	Probable	
Supérieur à 50%	Peu probable	

Source : auteur, 2023

- Suite aux enquêtes et de façon générale dans la documentation, les sols agricoles, la disponibilité en eau et les cultures (le cacao et le maïs) sont des variables de la production qui peuvent être impactées par les extrêmes météorologiques.
- Les impacts des extrêmes météorologiques sur les variables ont été également et essentiellement déterminés suite aux résultats des travaux d'enquêtes, complétés par la

documentation et les échanges avec les cadres de l'Etat. Ils ont permis de remplir le tableau 8.

Tableau 8 : Impacts des risques climatiques sur les variables

Extrêmes météorologiques probables	Cultures du cacao et du maïs	Sols agricoles	Disponibilité en eau
Températures extrêmes	Flétrissement et assèchement des cultures ; Destruction des cultures par les oiseaux granivores ;	Baisse accrue de l'humidité ; Baisse de la fertilité des sols	Assèchement rapide des eaux de surface
Sécheresses	Apparition des maladies de cultures ; Destruction des cultures par les animaux sauvages (singes, écureuil, etc) ; Destruction par les chenilles et termites	Baisse accrue de l'humidité ; Induration de la surface des sols	Assèchement rapide des eaux de surface ; Assèchement des puits et forages
Démarrage tardif des pluies	Envahissement des champs par les mauvaises herbes ; Baisse des rendements agricoles	Sols légers	Assèchement des puits et forages ; Dégradation de la qualité de l'eau
Inondations	Destruction des cultures par les eaux d'inondations et l'érosion	Accroissement de l'érosion des sols	Dégradation de la qualité de l'eau
Erosion	Destruction des cultures par les eaux d'inondations ; Déracinement des cultures	Dégradation de la qualité du sol	Dégradation de la qualité de l'eau
Vents violents	Destruction des cultures par les vents violents	Sols légers	Dégradation de la qualité de l'eau

Source : auteur, 2023

- La conséquence ou niveau de sévérité peut être mineure, modérée, majeure ou sévère. Les informations reçues des paysans et la documentation ont été mises à contribution pour remplir le tableau 9 relatif aux conséquences de l'apparition des extrêmes météorologiques.

Tableau 9 : Conséquences de l'apparition des risques

Extrêmes météorologiques probables	Cultures du cacao et du maïs	Sols agricoles	Disponibilité en eau
Augmentation de la température	Majeure	Modérée	Sévère
Sécheresses	Majeure	Mineure	Sévère
Démarrage tardif des pluies	Majeure	Mineure	Majeure
Inondations	Sévère	Majeure	Majeure
Erosion	Sévère	Sévère	Modérée
Vents violents	Sévère	Modérée	Modérée

Source : auteur, 2023

- Les valeurs des extrêmes météorologiques ou degrés des impacts sont obtenues en croisant les probabilités d'occurrence des extrêmes météorologiques et les

conséquences. Le degré de l'impact auquel on attribue un fond de couleur peut être extrême, élevé, modéré ou faible selon la combinaison (tableau 10).

Tableau 10 : Degré d'impacts des risques sur les variables

Extrêmes météorologiques	Mineure	Modérée	Majeure	Sévère
Peu probable	Faible	Faible	Faible	Faible
Probable	Faible	Modéré	Moyen	Elevé
Très probable	Faible	Moyen	Elevé	Elevé
Extrêmement probable	Faible	Moyen	Elevé	Extrême

Source : auteur, 2023

- Le fond de couleur de l'impact du risque sur la variable superposée à l'impact permet de remplir la matrice des impacts (tableau 11)

Tableau 11 : Matrice d'impacts des risques climatiques sur les variables

Extrêmes météorologiques probables	Cultures du cacao et du maïs	Sols agricoles	Disponibilité en eau
Températures extrêmes	Flétrissement et assèchement des cultures ; Destruction des cultures par les oiseaux granivores ;	Baisse accrue de l'humidité ; Baisse de la fertilité des sols	Assèchement rapide des eaux de surface
Sécheresses	Apparition des maladies de cultures ; Destruction des cultures par les animaux sauvages (singes, écureuil, etc) ; Destruction par les chenilles et termites	Baisse accrue de l'humidité ; Induration de la surface des sols	Assèchement rapide des eaux de surface ; Assèchement des puits et forages
Démarrage tardif des pluies	Envahissement des champs par les mauvaises herbes ; Baisse des rendements agricoles	Sols légers	Assèchement des puits et forages ; Dégradation de la qualité de l'eau
Inondations	Destruction des cultures par les eaux d'inondations et l'érosion	Accroissement de l'érosion des sols	Dégradation de la qualité de l'eau
Erosion	Destruction des cultures par les eaux d'inondations ; Déracinement des cultures	Dégradation de la qualité du sol	Dégradation de la qualité de l'eau
Vents violents	Destruction des cultures par les vents violents	Sols légers	Dégradation de la qualité de l'eau

Source : auteur, 2023

Légende :

Extrêmement probable	Très probable	Probable	Extrême	Elevée	Modérée	Faible

10. Démarche de l'étude : Modèle Pression- Etat- Réponse (PER)

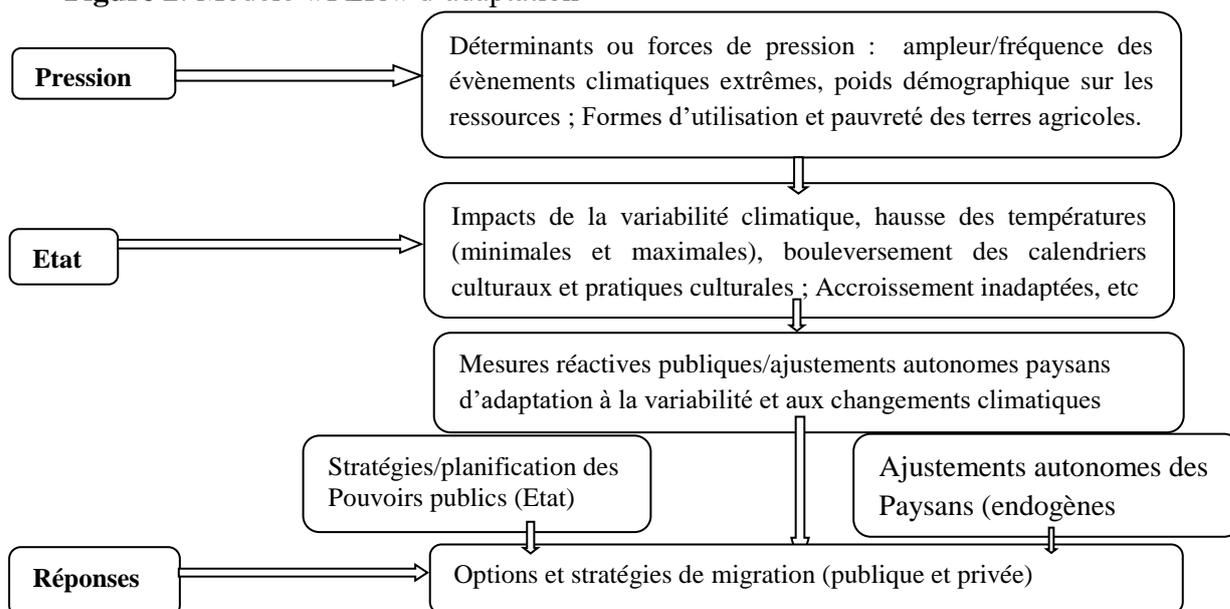
Dans le cadre de notre, nous avons utilisé l'outil « Pression-Etat-Réponse » (PER). Il modélise le cadre conceptuel et théorique. En effet, le modèle PER est un outil d'analyse et de gestion environnementale élaboré par les chercheurs de l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE, 1993) pour prévenir les effets directs et indirects du fonctionnement de l'environnement considéré par l'ensemble de ses composants comme un système. Ce modèle met en évidence toutes les composantes impliquées dans le processus d'évaluation des vulnérabilités depuis les facteurs de pression jusqu'aux stratégies d'adaptation développées par les acteurs ruraux. Son but est d'identifier les tendances et les solutions durables aux problèmes environnementaux, en fondant l'analyse de l'état de l'environnement sur des facteurs causaux de la composante étudiée. C'est dans ce sens que le calage du modèle PER est possible dans le contexte de l'arrondissement de Ntui.

Le modèle PER permet de comprendre l'influence des facteurs du milieu (climat, sol, hommes, etc.) sur les activités agricoles et d'évaluer la capacité adaptative des communautés paysannes ainsi que des techniques culturales dans l'arrondissement de Ntui. Il est réalisé à partir des informations adéquates sur les agriculteurs, leurs conditions de travail, leurs méthodes, les contraintes auxquelles ils doivent faire face par rapport à la vulnérabilité liée aux effets néfastes du climat etc. Ce modèle étale des relations de base entre :

Les pressions exercées sur l'environnement par la société humaine : elles sont classées parmi les facteurs ou causes sous-jacents tels que la croissance démographique, la pauvreté, la consommation, etc. ;

L'état ou la condition qui en résulte sur l'environnement, se rapporte à la condition de l'environnement telle qu'elle résulte des pressions précédentes (la dégradation des sols, la déforestation...)

La réponse de la société à ces conditions afin d'atténuer les impacts négatifs : elle est l'élément de la méthode PER qui se réfère aux actions menées par la société, tant sur le plan individuel que collectif, destinées à atténuer ou à prévenir les impacts négatifs sur l'environnement, tout en corrigeant les dégâts existants ou en préservant les ressources naturelles. Tous ces éléments sont regroupés sur la figure 2.

Figure 2: Modèle « PER » d'adaptation

Source : Doukpolo, 2014

11. Difficultés rencontrées

De nombreuses difficultés ont été rencontrées lors de la réalisation de cette étude. Parmi celles-ci, il y a :

- Le mauvais état des routes des villages cibles, qui rendait le voyage long et périlleux ;
- La difficulté à échanger pendant les entretiens, du fait de leur langue, ce qui allongeait la durée des entretiens. Car la majorité de la population rurale étant analphabète, ils avaient du mal à bien comprendre les questions qui leur étaient posées ;
- L'autre difficulté est l'indisponibilité de certains acteurs notamment le Délégué d'Arrondissement du MINADER et les chefs de postes agricoles à répondre aux questions, du fait de leurs multiples occupations.

La matrice synthétique de notre travail est représentée dans le tableau 11.

Tableau 12 : Tableau synoptique de la recherche

Question de recherche	Objectifs de recherche	Hypothèses de recherche	Méthodologie utilisée	Chapitres
<u>Question générale :</u> L'instabilité du climat a-t-elle une incidence sur la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui ?	<u>Objectif général :</u> Analyser l'incidence de l'instabilité du climat sur la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui	<u>Hypothèse générale :</u> L'instabilité du climat a une incidence sur la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui	Recherche documentaire, collecte, analyse et traitement des données climatiques et de terrain, entretiens	
Quels sont les facteurs physiques et socio-économiques qui impactent sur la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui ?	Déterminer les facteurs physiques et socioéconomiques qui impactent la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui ;	Les facteurs physiques et socioéconomiques impactent la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui ;	Collecte et analyse des données climatiques et de terrain, enquête de terrain, revue de la littérature	Facteurs physiques et socio-économiques de la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui.
Les perturbations climatiques sont-elles une réalité dans l'arrondissement de Ntui ?	Décrire la dynamique du climat dans l'arrondissement de Ntui ;	Les perturbations climatiques sont une réalité dans l'arrondissement de Ntui ;	Recherche documentaire, collecte des données climatiques et de terrain, enquête et entretiens, observations	Dynamique du climat dans l'arrondissement de Ntui
Quels sont les impacts des perturbations climatiques sur la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui ?	Montrer les impacts des perturbations climatiques sur la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui ;	Les perturbations climatiques impactent la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui ;	Recherche documentaire, collecte de données de terrain, enquête et entretiens	Impacts de la variabilité climatique sur la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui
Les paysans de l'arrondissement ont-ils mis en œuvre des stratégies pour pallier aux perturbations climatiques observées ?	Identifier les stratégies d'adaptation mises en œuvre par les paysans pour pallier aux perturbations climatiques observées	Les paysans mettent en œuvre des stratégies d'adaptation pour pallier aux perturbations observées dans l'arrondissement de Ntui.	Enquête de terrain, entretien et observation directe	Perceptions des producteurs et stratégies d'adaptation aux variabilités climatiques

12. PLAN DE REDACTION

Ce travail est structuré en deux parties subdivisées en quatre chapitres. La première partie porte sur les facteurs de la production du cacao et du maïs et la dynamique du climat dans l'arrondissement de Ntui. Elle présente deux chapitres : les « facteurs physiques et socioéconomiques de la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui » et la « dynamique du climat dans l'arrondissement de Ntui ».

La deuxième partie porte sur les impacts de la variabilité climatique sur la production du cacao et du maïs et les stratégies d'adaptation. Elle comporte également deux chapitres : le premier s'intitule « Impacts de la variabilité climatique sur la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui » et le second porte sur les « perceptions des producteurs et stratégies d'adaptation de la production du cacao et du maïs à la variabilité climatique ».

**PREMIERE PARTIE : FACTEURS DE LA PRODUCTION DU CACAO ET DU
MAÏS ET DYNAMIQUE DU CLIMAT DANS L'ARRONDISSEMENT DE NTUI**

CHAPITRE I : FACTEURS PHYSIQUES ET SOCIOECONOMIQUES DE LA PRODUCTION DU CACAO ET DU MAÏS DANS L'ARRONDISSEMENT DE NTUI

Introduction

La répartition des précipitations détermine la production dans le contexte d'une agriculture pluviale (FAO, 1997). Ce chapitre est consacré à l'identification des facteurs physiques et socioéconomiques qui favorisent la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui. Il s'agit de dégager en premier lieu les éléments du milieu physique en mettant l'accent sur le climat, le relief, les sols, la végétation et l'hydrographie d'une part et d'autre part ceux du milieu humain en s'attardant sur la population, sa structure par âge, son niveau de formation et ses habitudes alimentaires. Nous parlerons également de la culture du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui, ainsi que les techniques culturales adoptées par les paysans.

I. Le milieu physique

Il s'agit de mettre en lumière les éléments du milieu naturel qui favorisent la production du cacao et du maïs à savoir : le climat, le relief, le sol et l'hydrographie. Le volet climat sera abordé dans le chapitre II.

1. Le relief et types de sols

- Le relief

De par sa proximité au fleuve Sanaga, le relief de l'arrondissement de Ntui est moyennement accidenté et varié (présence de plaines, de collines, et de vallées), avec des pentes relativement faibles et fréquentes dans la partie Sud. L'altitude moyenne est de 600 m. Les montagnes de faible altitude sont courantes au fur et à mesure qu'on va vers le Nord (PCD, 2022).

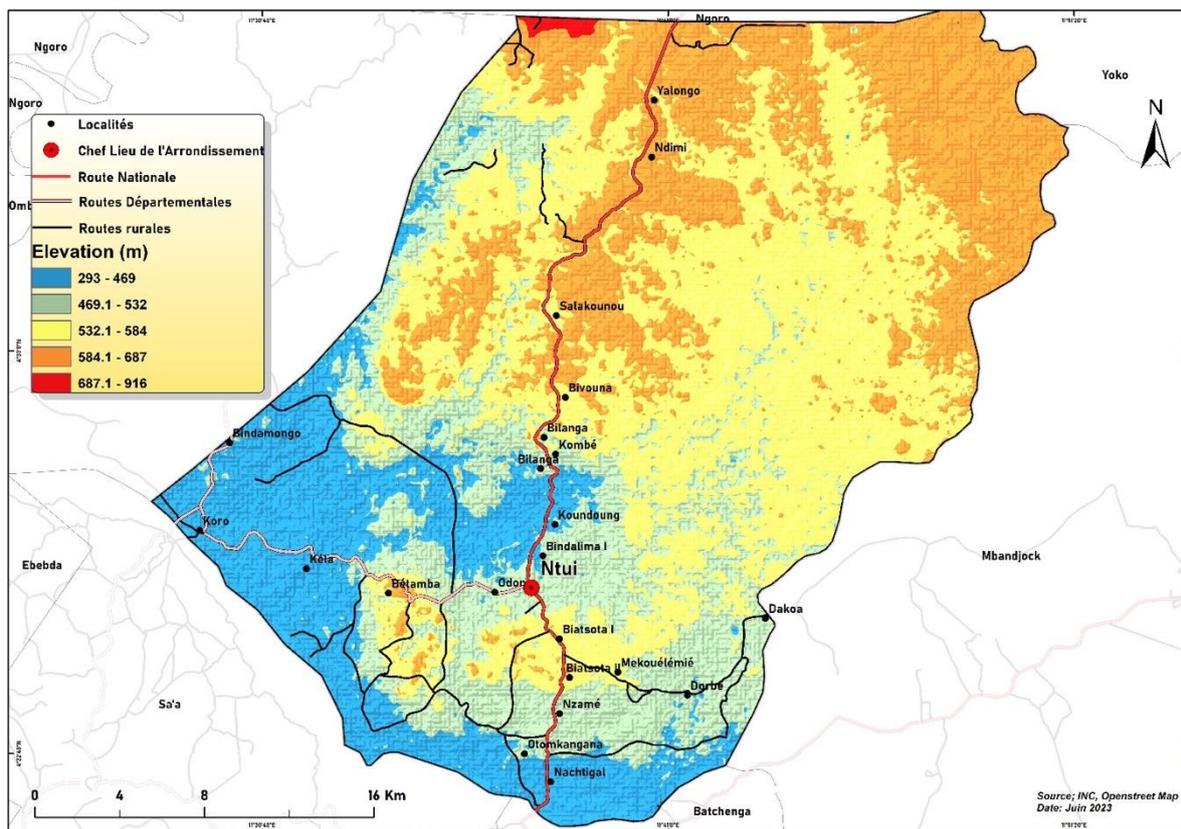


Figure 3 : Carte du relief de l'arrondissement de Ntui.

La figure 3 représente la carte du relief de l'arrondissement de Ntui. L'altitude est comprise entre 290 m à plus de 910m. Sur la carte, la couleur bleu ciel représente les zones ayant une altitude moyenne comprise entre 293 à 469m d'altitude. Ces zones sont localisées dans la partie Ouest de l'arrondissement de Ntui. Le Nord et l'Est de la zone d'étude ont une altitude comprise entre 584 et 687m. Cette partie est représentée par la couleur grise sur la carte. Le centre de l'arrondissement de Ntui est dominé par une altitude qui se situe entre 532 et 584m. cette précision est marquée sur la carte par la couleur jaune clair. Nous notons que le point culminant de l'arrondissement de Ntui se situe dans la partie Nord avec une altitude de 910m.

- **Types de sols**

Deux principaux types de sols se rencontrent dans cette localité à savoir les sols ferralitiques et les sols hydro-morphes.

Sols ferralitiques

D'une manière générale, les sols ferralitiques sont des sols caractérisés par une texture sablo-argileuse. Ils sont pauvres en éléments nutritifs, acides, fragiles et caractérisés

par de fortes colorations jaunes ou jaune claire. Sous le couvert forestier, ces sols sont quelquefois argileux, poreux, très perméables et riches en humus. Ils sont reconnus très fertiles sous le couvert forestier. Ils se prêtent surtout aux cultures pérennes (cacao, palmier à huile, etc.) et aux cultures vivrières (PCD, 2013).

Sols hydro-morphes

Les sols hydro-morphes se rencontrent essentiellement dans les zones marécageuses et aux abords des cours d'eau des villages. L'exploitation des sols hydro-morphes dans l'arrondissement de Ntui est très difficile en saison pluvieuse, à cause de leur engorgement. Par contre, en saison de pluie, l'utilisation est moins contraignante, en raison de la baisse de la nappe phréatique. Ainsi, la pratique des cultures de contre saison est donc possible dans ces zones.

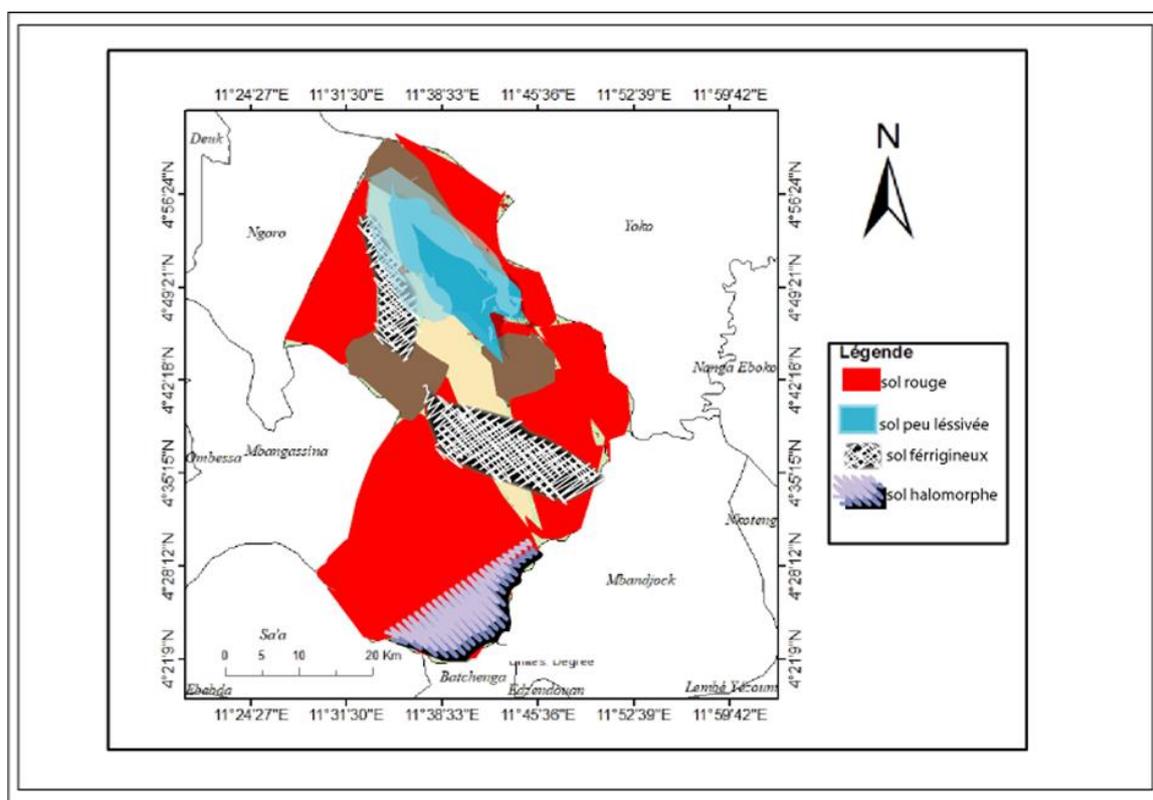


Figure 4 : Carte pédologique de l'arrondissement de Ntui

Source : INC, 2023

L'arrondissement de Ntui est dominé par des sols rouges localisés un peu partout dans la zone. Les sols ferralitiques se trouvent dans le centre de l'arrondissement alors que les sols peu lessivés sont localisés au Nord. Nous remarquons également la présence des sols halomorphes à l'extrême Sud de la zone d'étude (figure 4).

2- Végétation

L'arrondissement de Ntui est localisé dans une zone de contact forêt-savane. Le couvert végétal est extraordinairement riche en beauté et en variétés. Les forêts primaires et secondaires, les forêts sempervirentes le long des cours d'eau et de savanes (savanes herbeuses et arborées). Les espèces végétales rencontrées dans la forêt sont des arbres tels que : l'ayous, le bubinga, l'iroko, etc. Les espèces végétales de la savane sont l'*imperata* sp, le *Chromolaena* sp, *Thytonia* sp (DAMINADER-Ntui, 2017).

Cette végétation regorge une abondante macro faune dont quelques espèces sont les antilopes, les biches, les rongeurs (Rat de Gambie, porc-épic, écureuil, etc.), les reptiles (Boa, vipère, varan, tortue, etc.), les oiseaux et les singes. La microfaune est constituée de lombrics et des arthropodes.

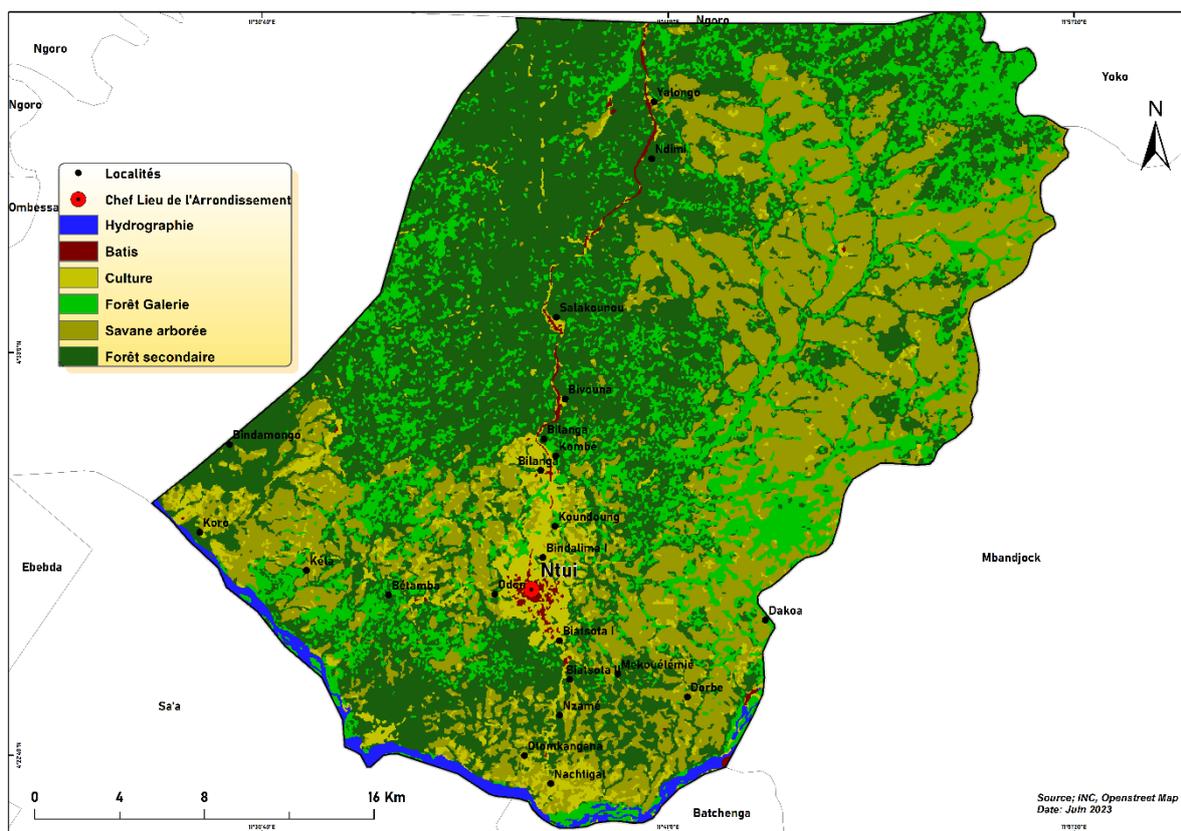


Figure 5 : Carte de l'occupation des sols dans l'arrondissement de Ntui.

La figure 5 représente l'occupation des sols dans l'arrondissement de Ntui. Nous constatons que plusieurs affectations des sols existent dans la zone notamment les cultures, les zones bâties, la végétation et les eaux. Les cultures occupent une grande partie, ce qui témoigne de l'importance des activités agricoles dans la vie des populations de l'arrondissement de Ntui.

3- Hydrographie

L'arrondissement de Ntui est arrosé par la Sanaga, un fleuve très poissonneux à débit permanent caractérisé par ses chutes et ses rapides. L'arrondissement dispose également d'un réseau dense de cours d'eau dont les plus importants sont Ossombo, Obagne, Meloko, Mpiem, Massambé. La présence des berges marécageuses à Ntui Ossombo au quartier To'o offre des potentialités pour le développement des activités halieutiques. La présence des différents cours d'eau cités ci-dessus, sont des atouts capitalisables dans le cadre de la poursuite et le développement des activités touristiques, halieutiques voire hydroélectriques.

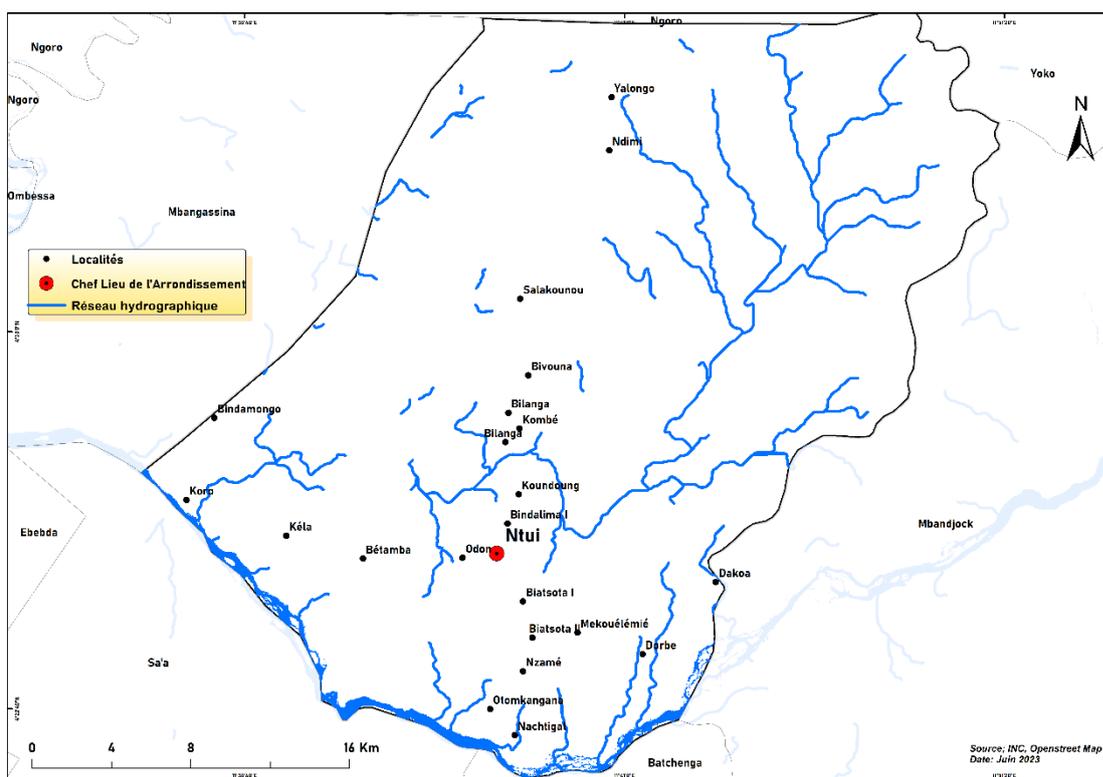


Figure 6 : Réseau hydrographique de l'arrondissement de Ntui

La figure 6 présente le réseau hydrographique de l'arrondissement de Ntui. Il ressort de cette figure que les cours d'eau majeurs sont localisées fondamentalement dans le Sud-

Est et le Nord-Ouest de l'arrondissement. Soulignons que le principal cours d'eau de l'arrondissement de Ntui est le fleuve Sanaga.



Photo 1 : Fleuve Sanaga

Le fleuve Sanaga (photo 1) est le principal cours d'eau de l'arrondissement de Ntui. Il matérialise la frontière qui existe entre le département de la Lekié (Obala) et le Mbam-et Kim (Ntui). Ce fleuve offre d'importantes ressources à la population notamment le sable, des poissons. Pendant la période de soudure, les berges du fleuve Sanaga sont mises en valeur pour la pratique des cultures maraîchères (pastèques, gombo, piment, tomate...).

II – Caractéristiques socioéconomiques de l'arrondissement de Ntui

Cette partie est consacrée à l'étude des caractéristiques des populations de l'arrondissement de Ntui. L'accent sera mis sur la structure par âge des cultivateurs, le niveau d'éducation, les habitudes alimentaires et les techniques culturales.

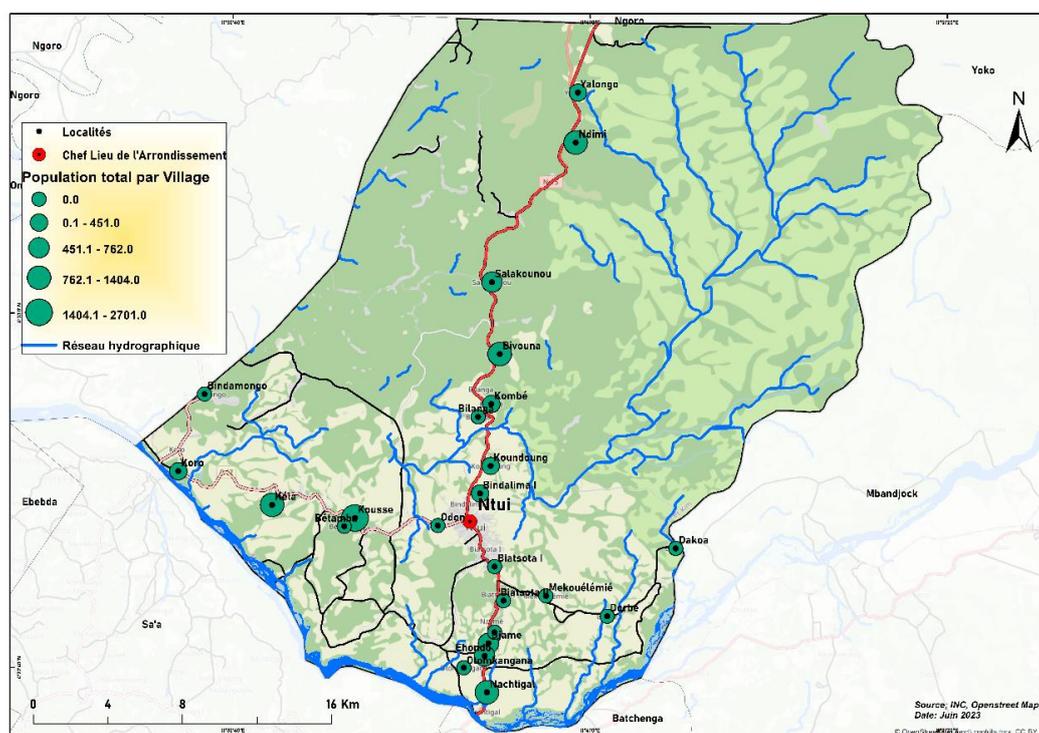
1. Population

L'arrondissement de Ntui est peuplé des Sanaga (majoritaires), des Baveucks, des Mvélés, des Baboutés et des Haoussas qui sont considérés comme des originaires et d'autres peuples issus des mouvements migratoires pour des raisons économiques. Il y a dans cette catégorie les Etons, les Manguissas, les Bamilékés, les Ewondos, les Yambassas, les Tikars, les Mambilas, les Mbororos, les tribus du Nord-ouest, Sud-ouest et les Peuls, etc.

D'après les résultats du Recensement Général de la Population de 2005 publié en 2010, la population totale de Ntui est estimée à 20.000 habitants. Cette population est répartie par zone urbaine et rurale. Cette population est composée des autochtones majoritairement agriculteurs auxquelles s'ajoutent plusieurs allogènes, qui exercent les

activités telles que le commerce, l'élevage (PCD, 2013). Toujours selon la même source, la population est en grande partie constituée d'hommes qui représentent plus de 50% de la population totale selon le dernier recensement.

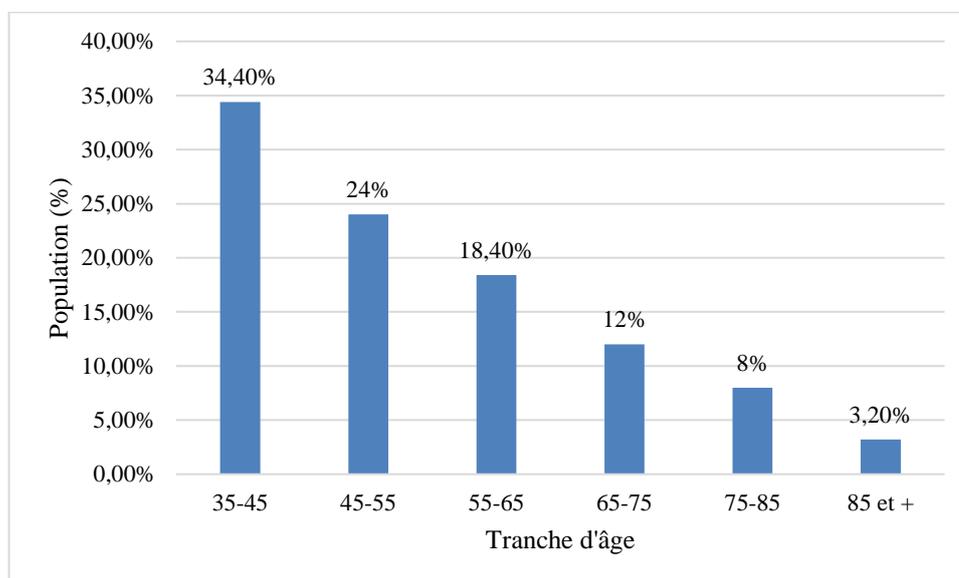
Plus de 60% de cette population vit en milieu rural et pratique l'agriculture, l'élevage, la pêche, la cueillette, etc. Il faut noter aussi que cette population est inégalement répartie dans l'arrondissement. Certains villages ou quartiers tels que Koussé, Bivouna, Nachtigal, Koundoung, etc. sont très peuplés. Cette concentration de la population engendre la crise foncière préjudiciable au développement. Du fait que, cet arrondissement dispose des terres fertiles, des espaces cultivables. On enregistre régulièrement l'arrivée des migrants venant des zones les plus peuplées notamment l'Ouest, le Nord-Ouest, Nord, etc. La population de l'arrondissement de Ntui est majoritairement jeune, et constitue une source de main d'œuvre importante pour l'agriculture.



La structure d'une population est sa composition selon divers critères. Ces critères peuvent être l'âge, le sexe, l'état matrimonial, la nationalité, la religion, le niveau d'instruction, l'activité économique, etc. Dans le cadre de cette étude, deux critères nous intéressent : la structure par âges et le niveau d'instruction de la population.

1.2. Structure de la population par âge

La population de l'arrondissement de Ntui, est une population essentiellement jeune et dynamique. Cette jeunesse constitue un atout important pour la production agricole. La figure 8 présente la répartition par tranche d'âges de la population du dit arrondissement.



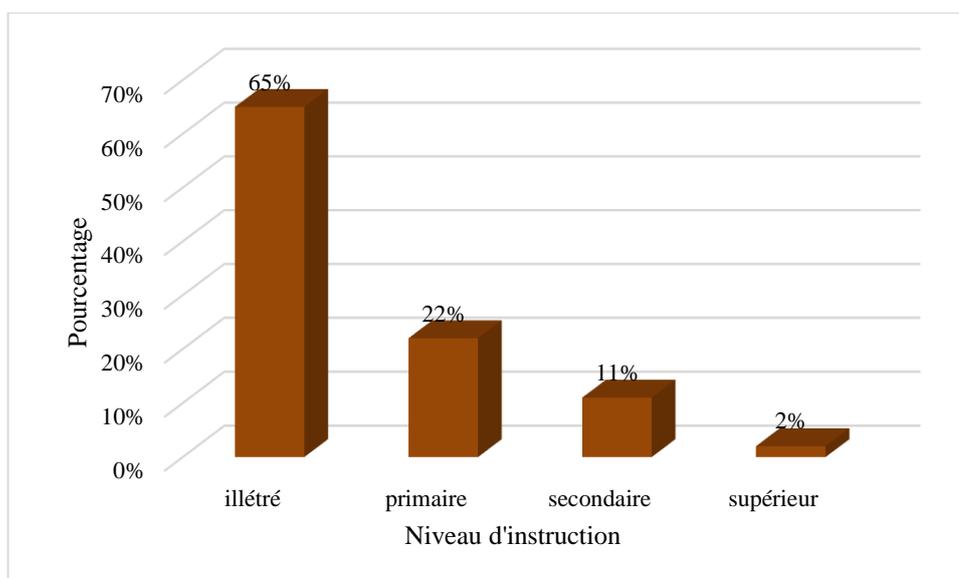
Source : Auteur, 2023

Figure 8 : Répartition des cultivateurs enquêtés par tranche d'âge dans l'arrondissement Ntui

D'après la figure 8, les personnes qui composent la tranche d'âge de 35 à 45 constituent 34,40% des enquêtés, et la tranche d'âge de 45 à 55 représente 24% de la population enquêtée. Ces deux tranches d'âges sont les plus représentées dans la population et sont les plus actives dans le secteur agricole à cause de leur force de travail considérable par rapport aux autres tranches d'âges des populations enquêtées.

1.3. Niveau d'instruction des cultivateurs

Le niveau d'instruction est un paramètre important qui permet d'analyser et comprendre la qualité des différentes techniques culturales et les stratégies d'adaptation adoptées par les paysans. La population agricole de l'arrondissement de Ntui est peu éduquée comme le montre la figure 9. Le niveau d'instruction est faible dans l'arrondissement de Ntui.



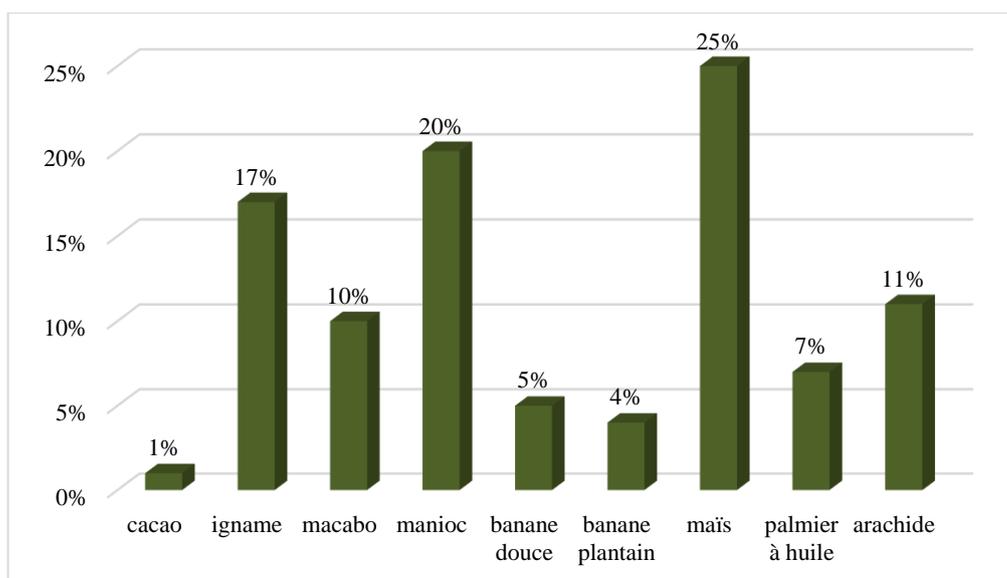
Source : Auteur, 2023

Figure 9 : Répartition des répondants selon le niveau de formation

D'après la figure 9, 22% des cultivateurs ont le niveau d'étude primaire, 11% ont atteint le niveau secondaire, 65% sont analphabètes tandis que 2% ont atteint le niveau supérieur. Le faible niveau d'éducation peut justifier le fait que les agriculteurs soient plus vulnérables aux effets de la variabilité climatique puisqu'ils auront du mal à comprendre les mécanismes d'évolution du climat et à s'approprier des nouvelles techniques d'adaptations qui seront vulgarisées.

1.4. Habitudes alimentaires

Les céréales, les tubercules constituent la base alimentaire des populations du Mbam et Kim en général et de l'arrondissement de Ntui en particulier. C'est d'ailleurs l'une des raisons pour lesquelles le secteur agricole occupe une place importante dans l'arrondissement de Ntui. La figure 10 montre la répartition des principaux produits consommés dans la zone d'étude.



Source : Auteur, 2023

Figure 10: Consommation des produits alimentaires dans l'arrondissement de Ntui

D'après la figure 10, le maïs est l'aliment le plus consommé dans l'arrondissement de Ntui. Il est consommé à 25% par la population. Il est parfois transformé en farine pour le couscous et aussi en bouillie. Le maïs est aussi commercialisé en épis (frais) et en graines(sec). Le manioc constitue le second produit le plus consommé. Il est consommé à 20% par la population de l'arrondissement. Il est transformé dans l'arrondissement en bâtons de manioc, en watafufu et séché pour en faire du couscous de manioc et consommé aussi en tubercules.

L'arachide (11%) est transformée sous forme de patte et utilisée dans les sauces. La patte d'arachide accompagne les menus quotidiens des populations du Mbam et Kim en général et ceux de l'arrondissement de Ntui en particulier. En outre, l'arachide est aussi commercialisée en coque et en graines décortiquées. D'autres produits tels que l'igname (17%), le macabo (10%) sont également consommés par la population de l'arrondissement de Ntui.

La population de Ntui consomme aussi d'huile rouge issue de la transformation des noix de palme en huile rouge. Cette huile sert à la préparation des aliments. Le palmier à huile est souvent transformé en vin blanc local appelé *matango*. Les feuilles de palme servent à fabriquer des balais traditionnels. La population de notre zone d'étude consomme aussi la banane plantain et la banane douce mais en faible quantité. Le cacao quant à lui est beaucoup cultivé dans l'arrondissement de Ntui, mais pas consommé. Il est cultivé à des fins commerciales, (figure 11).

2. Cultures du cacao et du maïs

Les tableaux 13 et 14 nous présentent respectivement les caractéristiques du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui.

Tableau 13 : Caractéristiques des variétés de cacao mise en valeur dans l'arrondissement de Ntui

N°	Femelle	Mâle	Production potentielle (kg/ha/an)
1	T60/887	P7	2500
2	IMC 67	SNK 109	2300
3	T60/887	ICS 89	1700
4	UPA 134	SNK 64	1400
5	PA 107	SNK 614	1170

Source : IRAD de Ntui, 2023

Le tableau 13 présente les caractéristiques des différentes variétés de cacao dans l'arrondissement de Ntui. Il est important de noter que, les variétés améliorées de cacao susmentionnées, sont résistantes aux maladies et ravageurs comme la pourriture brune et les mirides. L'utilisation de ces variétés améliorées peut réduire de plus de 20 à 60% des pertes de récolte dues à la pourriture brune et de 40% les pertes dues aux dégâts causés par les mirides. Ces variétés sont résistantes et contribuent à limiter le recours aux pesticides (fongicides et insecticides) qui sont non seulement coûteux, mais également polluants pour l'environnement, sans compter les risques sanitaires pour le consommateur consécutif à la teneur en résidus chimiques dans les fèves.

Certaines variétés améliorées mentionnées plus haut, permettent d'adapter la cacaoculture aux changements climatiques observés aujourd'hui dans plusieurs bassins de production cacaoyère.

Tableau 14 : Caractéristiques des variétés du maïs disponibles dans l'arrondissement Ntui

Variétés	Cycle végétatif	Couleurs	Sensibilité aux maladies	Rdt moyen	Rdt potentiel
CMS-8704	90 jours	Jaune	Tolérance au striga	3t/ha	6t/ha
Tennera (hybride)	90 jours	Jaune hybride	Tolérance à la sécheresse	6t/ha	8t/ha
CMS-8501	105 jours	Blanc	Tolérance au striga	4t/ha	7t/ha
CMS-9015	90-95 jours	Blanc	Tolérance au striga/ à la sécheresse et aux moisissures	3t/ha	5t/ha
CMS-2019	110-115	Blanc	Tolérance au striga	4t/ha	8t/ha
CMS-8806	90-95 jours	Jaune	Tolérance au striga et aux moisissures	3t/ha	6t/ha

Source : IRAD Ntui, 2023

Les tableaux 13 et 14 présentent les caractéristiques des variétés de cacao et de maïs mises en valeur dans l'arrondissement de Ntui. Nous constatons que certaines variétés de maïs ont un cycle végétatif plus long que d'autres telles que CMS- 2019 (110-115jours), CMS-8501 (105 jours) et d'autres ont un cycle court. C'est le cas de CMS-8704 (90 jours), Tennera hybride (90 jours).

Le cacao et le maïs font partis des principales cultures mises en valeurs dans l'arrondissement de Ntui. Ces cultures occupent une place très capitale au sein de la communauté paysanne, car le maïs est destiné à l'autoconsommation et au commerce. Le cacao quant à lui est commercialisé. La production du cacao et du maïs est manuelle et fait recours à des outils traditionnels peu sophistiqués à l'instar de la machette, la lance, la houe, le plantoir, etc. les cultivateurs de cet arrondissement pratiquent l'agriculture extensive, utilisant des grandes surfaces avec de faibles rendements. C'est la raison pour laquelle les cultivateurs mettent une pression accrue sur les terres agricoles et par conséquent, la dégradation et la perte de la fertilité du sol s'en suivent.

Concernant les activités de production du maïs, elles commencent au mois de janvier avec la préparation des terrains, semis, entretien, traitement, fertilisation et s'achèvent au mois de juillet avec les récoltes.

S'agissant de la production du cacao, elle commence par les défrichements qui selon les enquêtés, sont faits de janvier à mars pour permettre une bonne pollinisation des fleurs puis de juin à août pour préparer la récolte des cabosses. Cependant, avant la récolte, les agriculteurs effectuent des travaux d'entretien tels que : la taille d'entretien, la taille de production, entretien sanitaire, le réglage de l'ombrage, lutte contre les maladies, la fertilisation des cacaoyers.

L'entretien consiste à supprimer les gourmands à la base du cacaoyer, au niveau du tronc ou sur les branches ainsi que certains rameaux secondaires sur les branches, les branches attaquées ou malades, les plantes parasites (guis d'Afrique, la mousse verte), les épiphytes sur les branches ou sur les troncs, les parties sèches ou mortes des cacaoyers en production.

La taille de production fait référence à l'éclaircissement de la canopée pour une meilleure aération et pénétration des rayons solaires. Cela permet une meilleure application des produits phytosanitaires sur les cabosses, une floraison abondante, un développement des cherelles et des cabosses dans un état sanitaire satisfaisant. Elle consiste à maintenir les grosses branches (3 à 5 branches de la couronne pour les plants hybrides) pouvant porter suffisamment de cabosses et à éliminer toutes les branches se développant vers l'intérieur de la couronne, se développant vers le sol, les branches mortes ou malades, branches superflues et petites branches ne pouvant porter les cabosses.

La récolte sanitaire quant à elle consiste à éliminer les éventuelles sources de contamination. Elle consiste à enlever toutes les cabosses malades, les cherelles pourries, desséchées, restant sur les branches des cacaoyers, ramasser toutes les coques qui traînent par terre dans la plantation, enlever toutes les cabosses qui présentent une tâche de pourriture avant les traitements phytosanitaires.

Le réglage de l'ombrage dans une plantation en production est nécessaire pour un bon rendement. Il fait recours à la taille des branches des arbres qui assurent l'ombrage de la plantation pour permettre un bon étalement de leur frondaison au-dessus des cacaoyers, éliminer certains arbres dans la plantation pour frayer le passage à la lumière du soleil (indispensable à la photosynthèse et à la réduction des attaques fongiques).

La lutte contre les maladies des plantations de cacaoyers passe d'abord par des bonnes pratiques agronomiques telles que : inspections régulières de la plantation afin d'enlever les cabosses infectées, désherber régulièrement surtout au début et pendant la saison des pluies

pour réduire l'humidité, maintenir un écosystème sain et équilibré afin de préserver les ennemis naturels qui tuent les chenilles des foreurs de tige. A côté de ces pratiques, il faut aussi appliquer une lutte chimique raisonnée qui permet de minimiser l'application des pesticides, insecticides, fongicides pour contrôler l'action des ravageurs et des maladies.

La fertilisation du sol consiste à l'épandage des engrais dans les agrosystèmes cacaoyers, elle commence souvent après installation de la pluie (mai-juin). Toutefois, le mode d'épandage des engrais sur le cacaoyer doit se faire en visant un relèvement, le maintien et la restauration du niveau de fertilité des sols en tenant compte des enjeux sanitaires et environnementaux.

Tableau 15 : Calendrier agricole de quelques cultures saisonnières à Ntui

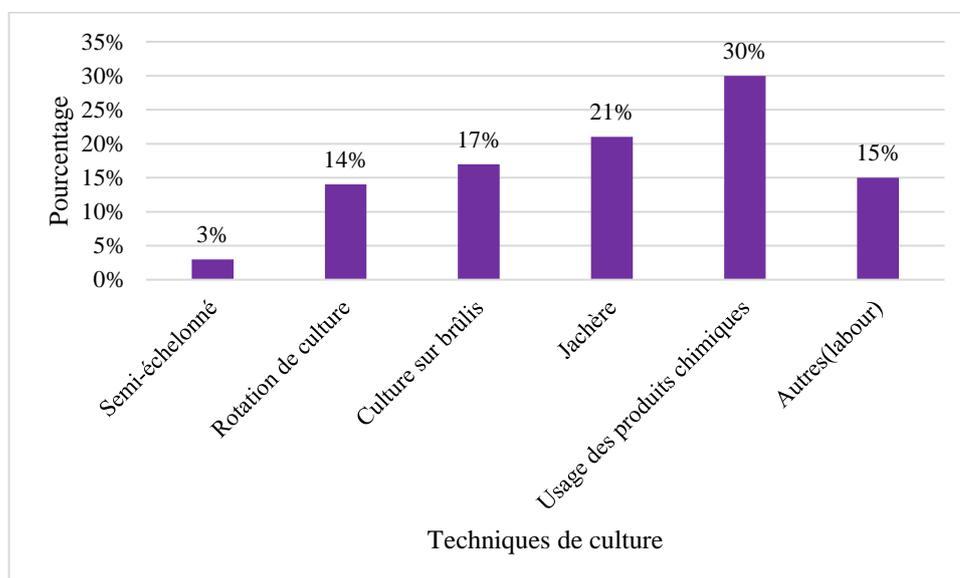
Cultures	Itinéraire technique	Grande saison sèche						Petite saison pluvieuse												
		janvier			Février			Mars			Avril			Mai			Juin			
		D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	D1	D2	D3	
Maïs	Préparation du terrain																			
	semis																			
	Entretien (sarclo butage)																			
	Traitement phyto																			
	Fertilisation																			
	Récolte																			

Source : ONACC, 2023

D'après le tableau 15, les activités agricoles pour les cultures saisonnières (03mois) commencent février avec la préparation de terrain débute à partir du mois de janvier jusqu'à mi-mars. A partir du mois de mars jusqu'en avril, on assiste aux semis de maïs et d'autres cultures comme l'arachide. Par contre, l'entretien des cultures se fait pendant le mois de mai. Le traitement phyto quant à lui s'effectue de mai jusqu'à mi-mai. La fertilisation se fait de la fin du mois d'avril jusqu'à mi-mai. Les récoltes débutent à partir du mois de mai jusqu'à juillet.

Il est important de rappeler que le maïs est une culture saisonnière qui se cultive deux fois l'an.

Cependant, l'outillage demeure archaïque et la main d'œuvre est uniquement constituée des membres de la famille. Les rendements sont destinés à l'autoconsommation et/ou au commerce. La figure 11 met en évidence les différentes techniques de cultures dans l'arrondissement de Ntui.



Source : Enquête de terrain, 2023

Figure 11 : Techniques culturales pratiquées par les cultivateurs à Ntui

La figure 11 représente les différentes techniques culturales utilisées par les agriculteurs de l'arrondissement de Ntui pour accroître la production agricole. Les résultats de l'enquête révèlent que, 30% des enquêtés utilisent les produits chimiques (herbicides, engrais, pesticides, fongicides, insecticides...) pour la préparation des parcelles et l'entretien des cultures. Les résultats de l'enquête révèlent que 21% des cultivateurs enquêtés pratiquent la jachère. Elle consiste à laisser la parcelle au repos pendant une période d'au moins 5 ans. Cette technique a l'avantage de fertiliser naturellement les surfaces agricoles. L'agriculture sur brûlis consiste à défricher une parcelle à l'aide de la machette et l'a nettoyé par le feu après séchage. Les cendres obtenues permettent d'engraisser le sol. A la venue des pluies, le sol est remué, puis mis en valeur. Il ressort également de l'enquête que 17% des cultivateurs pratiquent l'agriculture sur brûlis. La rotation des cultures est pratiquée par 14% des cultivateurs. Elle consiste à répéter les cultures sur un même espace. Si les sols sont fertiles, la rotation des cultures permet de gérer la fertilité des sols. Ainsi, 3% des cultivateurs enquêtés pratiquent la culture par semi

échelonné. Cette technique consiste à semer sur une même surface deux cultures à des dates différentes. Ceci permet que le rythme pluviométrique corresponde aux phases de croissance d'une des cultures par rapport à la date de semi. Cette technique permet de minimiser le risque de fluctuation des prix des produits sur le marché.

Conclusion

Le chapitre I qui s'achève avait pour objectif de déterminer les facteurs physiques et socioéconomiques de la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui. Compte tenu de la position géographique de l'arrondissement étudié en domaine équatorial, nous avons émis l'hypothèse selon laquelle le développement du cacao et du maïs est lié aux conditions du milieu physique et socioéconomique dans l'arrondissement de Ntui. Les résultats obtenus montrent que l'arrondissement de Ntui est un milieu géographique, relativement homogène et favorable au développement de la culture du cacao et du maïs. L'analyse des éléments physiques du milieu (relief, climat, hydrographie, sol et végétation) a permis de mettre en évidence les caractéristiques du milieu naturel. Ces différents éléments géographiques, par leur nature et leur évolution, sont très liés les uns des autres et entretiennent des rapports très étroits avec le climat. L'analyse de la production du cacao et du maïs montre que ces deux cultures varient en fonction de la superficie d'une part et du climat d'autre part. Toutefois, il est important de voir dans le prochain chapitre II la dynamique du climat dans l'arrondissement de Ntui.

CHAPITRE II : DYNAMIQUE DU CLIMAT DANS L'ARRONDISSEMENT DE NTUI

Introduction

Nous proposons dans ce chapitre II d'étudier la variation des éléments du climat de l'arrondissement de Ntui à partir des données climatiques de 1982-2021. Nous partons de l'hypothèse selon laquelle, dans l'arrondissement de Ntui, la dynamique du climat se caractérise par le raccourcissement de la saison pluvieuse, la hausse des températures, les inondations, les sécheresses, les vents violents, etc. Il est question de faire une analyse succincte du climat en tenant compte de la caractérisation et de la détermination du climat dans la zone d'étude d'une part et d'autre part de faire une analyse de l'évolution mensuelle et annuelle des précipitations ainsi que les températures durant les quarante années (1960-2009). Pour finir, nous présenterons les extrêmes météorologiques et les risques climatiques observés par la population locale de la zone d'étude.

1- Caractérisation et détermination du climat dans l'arrondissement de Ntui

1-1 Caractérisation du climat

De par sa situation géographique, l'arrondissement de Ntui est soumis au climat subéquatorial de type guinéen classique, marqué par l'alternance de quatre saisons : deux saisons sèches et deux saisons de pluies. La grande saison sèche va de mi-novembre à mi-mars ; la petite saison de pluies va de mi-mars à mi-juin ; la petite saison sèche va de mi-juin à mi-août et la grande saison de pluies va de mi-août à mi-novembre. La température moyenne de la région oscille autour de 26°C avec une amplitude thermique variant entre 8 et 13°C. Les précipitations annuelles se situent le plus souvent à 1400 mm de pluies en moyenne par an. Toutefois, il n'en demeure pas l'arrondissement de Ntui échappe aux effets négatifs liés à la variabilité climatique qui affectent le secteur de production agricole (PCD, 2022).

Tableau 17 :Précipitations et températures moyennes mensuelles dans l'arrondissement de Ntui

Mois	janv	Fév	mars	avril	Mai	juin	juil	août	sept	Oct	nov	déc
Précip	18,6	35,6	123,0	170,9	181,0	134,3	115,5	157,9	225,8	263,5	131,7	29,4
Temp	28,8	29,5	28,5	27,4	26,8	26,2	25,7	25,7	25,7	25,6	26,7	27,8

Source : DMN, 2023.

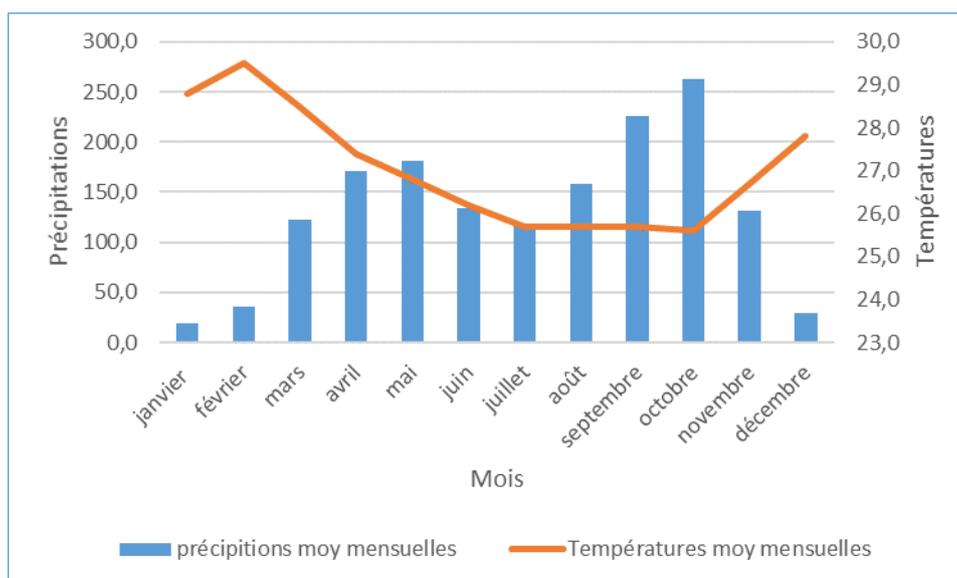


Figure 12: Diagramme ombrothermique de l'arrondissement de Ntui

La figure 12 représente les précipitations et les températures moyennes mensuelles de l'arrondissement de Ntui. On y observe une irrégularité dans la distribution mensuelle des valeurs pluviométriques. Ces dernières varient d'une saison à une autre. Ceci justifie l'alternance entre la saison sèche et la saison pluvieuse. Le constat fait selon cette figure est que, les mois les plus pluvieux sont septembre(225,8mm) et octobre(263,5mm). Les sols sont très peu arrosés aux mois de décembre(29,4mm), janvier(18,6mm) et février (35,6).

1.2. Détermination du climat dans l'arrondissement de Ntui selon l'indice de De Martonne

L'indice de De Martonne calculé à l'échelle mensuelle et annuelle est abondamment utilisé pour déterminer l'aridité d'une zone géographique donnée. Il a des variables d'autant plus élevées que le climat est plus humide et des valeurs d'autant plus faibles que le climat est plus sec (tableaux 18 et 19).

Tableau 18 : Indice de De Martonne calculé à l'échelle mensuelle dans l'arrondissement de Ntui

Mois	janv	Fév	mars	Avril	mai	Juin	juil	août	sept	Oct	nov	déc
Ia	5	9	30	43	46	35	31	42	60	69	34	7

Le tableau 18 caractérise les mois secs et les mois pluvieux dans l'arrondissement de Ntui. Il ressort que sur 12 mois, 01 mois (janvier) est hyperaride ; 02 mois (février et

décembre) sont arides et 09 mois, soit mars, avril, mai, juin, juillet, août, septembre, octobre et novembre ont une humidité suffisante.

Tableau 19 : Indice de De Martonne calculé à l'échelle annuelle dans l'arrondissement de Ntui

Années	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
Indice	17,18	14,66	16,06	15,97	16,10	15,50	15,79	14,93	14,26	13,01
Années	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Indice	14,73	15,57	15,12	15,46	15,11	14,45	14,89	14,40	15,14	14,96
Années	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Indice	14,86	13,79	14,48	14,42	15,35	15,97	13,99	14,26	15,34	14,37
Années	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Indice	14,17	14,61	14,06	14,42	15,02	14,70	14,33	13,36	15,36	14,96

Le tableau 19 présente l'indice de De Martonne calculé à l'échelle annuelle de l'arrondissement de Ntui. En observant ce tableau, nous constatons que l'arrondissement de Ntui est une zone suffisamment humide de 1982 à 2021. Bien que cet indice ait permis de connaître la tendance climatique de notre zone d'étude, il reste insuffisant pour déterminer la variabilité interannuelle de la pluie. Il faut procéder à l'analyse de la dynamique thermique et de la variabilité des précipitations à travers les indices pluviométriques standardisés et les indices de pluviosité.

2. Evolution des précipitations et des températures dans l'arrondissement de Ntui

Les précipitations sont des paramètres climatiques importants, susceptible d'agir directement sur tous les êtres vivants au moins pendant une phase de leur développement. Cet élément constitue un facteur essentiel en agriculture et en élevage. Cette partie a pour objectif d'étudier la variation des précipitations de 1982-2021, en insistant sur les variations mensuelles, annuelles et interannuelles.

2.1. Evolution des précipitations dans l'arrondissement de Ntui de 1982 à 2021

Les précipitations sont des paramètres climatiques importants et constituent un facteur essentiel pour l'agriculture. Car l'agriculture de l'arrondissement de Ntui est essentiellement pluviale. Pendant une campagne agricole, les précipitations varient d'un mois à l'autre, mais

également au sein du même mois en fonction des années. L'évolution des précipitations de 1982-2021 s'intéressera aux variations mensuelles et annuelles.

2.1.1. Précipitations moyennes mensuelles dans l'arrondissement de Ntui entre 1982 et 2021

Les précipitations mensuelles de la période allant de 1982-2021 nous aideront à mieux comprendre l'évolution de la pluviométrie au cours de la période d'étude dudit arrondissement. La figure 12 nous montre l'évolution pluviométrique moyenne mensuelle.

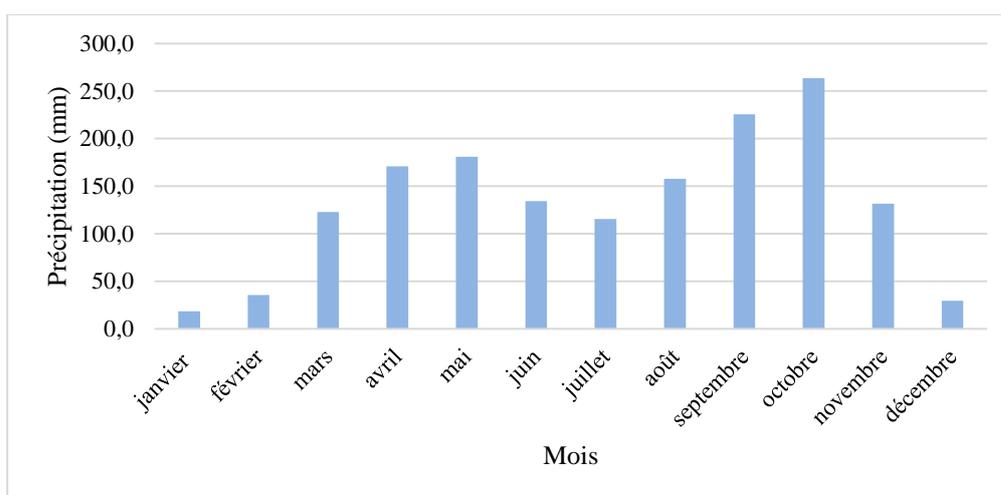
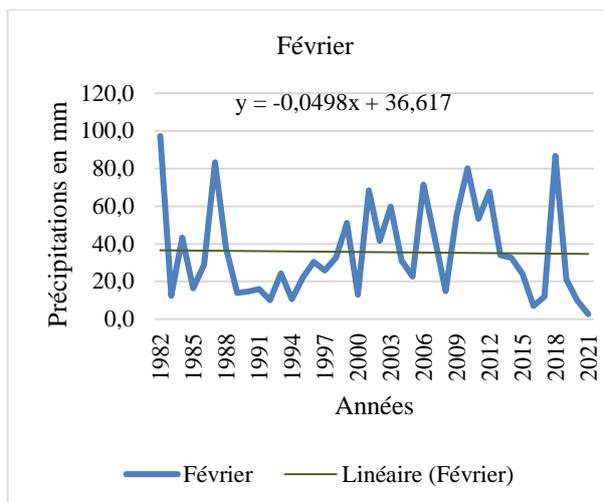
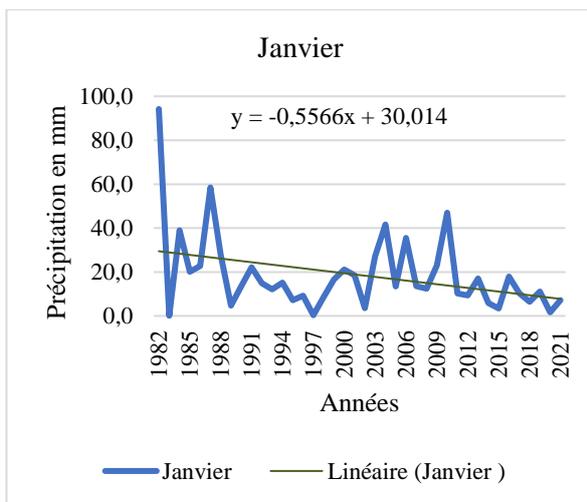


Figure 13 : Evolution des précipitations moyennes mensuelles dans l'arrondissement de Ntui

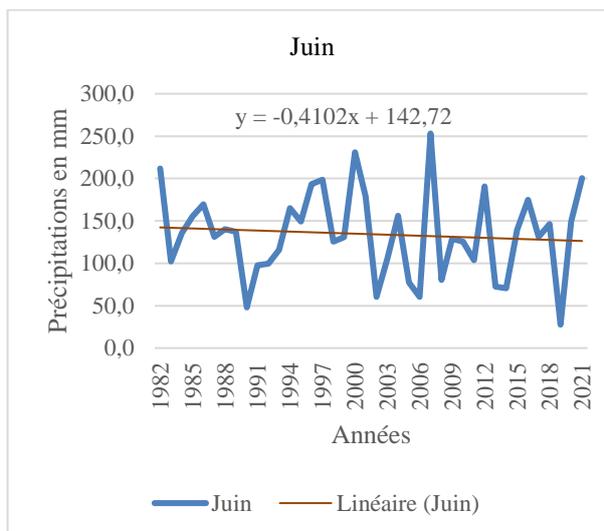
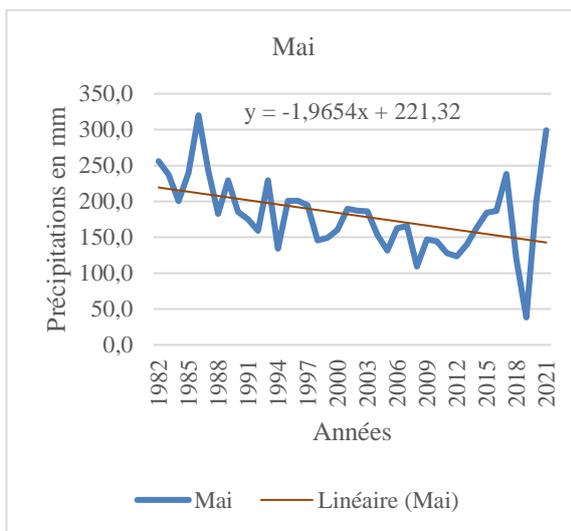
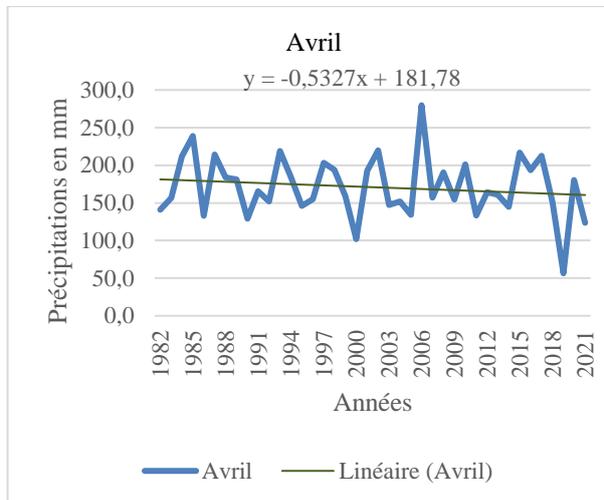
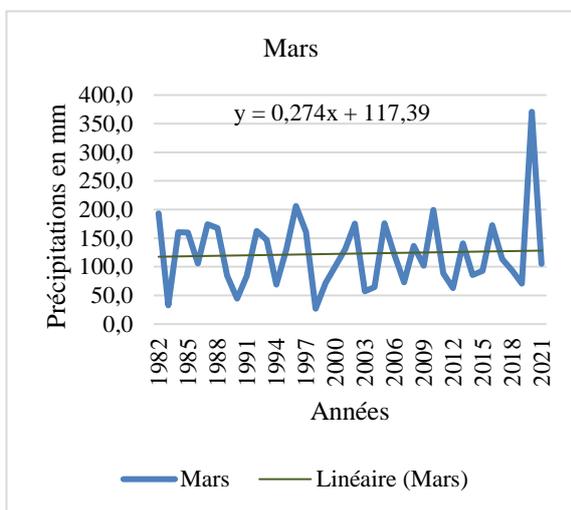
La figure 12 présente la variation des précipitations de notre zone d'étude. Elle nous présente l'évolution des valeurs pluviométriques mensuelles de Ntui. La distribution pluviométrique n'est pas en harmonie et varie d'un mois à un autre. De 18,6 mm de pluies en janvier, la hauteur des pluies atteint 225,8 mm en septembre et 263 mm en octobre. On passe des mois à volume pluviométrique important comme septembre (225,8 mm) et octobre (263 mm) à moins de 40 mm de pluies pour les mois de décembre, de janvier et de février. Les irrégularités pluviométriques observées sont dues soit à l'aridité du climat soit au changement du régime pluviométrique.

2.1.1.1. Evolution mensuelle annuelle de la pluviométrie dans l'arrondissement de Ntui

La variation mensuelle annuelle des précipitations nous permet de faire une analyse de l'évolution des pluies moyennes mensuelles pour les quarante années. Au travers de cette analyse, nous pouvons déduire les mois secs et les mois humides comme le démontre la figure 13.



0



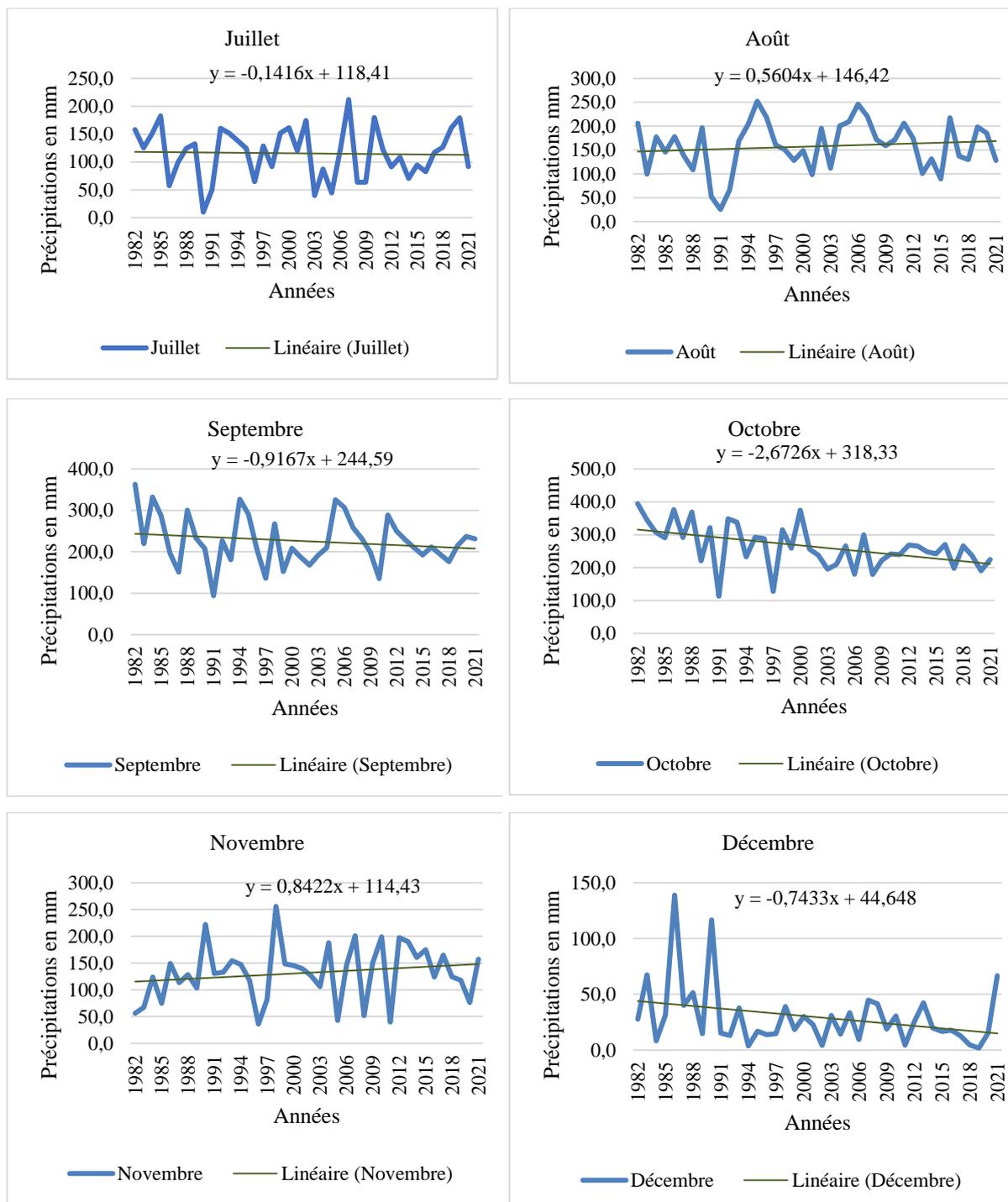


Figure 14 : Evolution mensuelle annuelle de la pluviométrie dans l'arrondissement de Ntui de 1982 à 2021

La figure 13 met en évidence l'évolution des précipitations moyennes mensuelles annuelles de l'arrondissement de Ntui. A la lecture de cette figure, nous constatons une évolution irrégulière de la pluviométrie au cours de la période d'étude (1982-2021). Nous distinguons des mois secs avec des hauteurs pluviométriques très faibles, tels que les mois

de janvier (18,6 mm), de février (35,6 mm) et de décembre (29,4 mm). Les mois humides de la saison sont les mois de mars (123 mm), d'avril (170,9 mm), de mai (181 mm), de juin (134,3 mm), de juillet (115,5 mm), d'août (157,9 mm), de septembre (225,8 mm) et novembre (131,7 mm). Malgré de caractères pluvieux de ces mois, on observe une tendance à la baisse des volumes pluviométriques comme l'indique les droites de régressions linéaires. Le mois d'octobre constitue le pic de la saison, avec une moyenne annuelle d'humidité de 263,5 mm de précipitations, soit un écart de 1323,7 mm par rapport à la moyenne (1587,2 mm) de la période d'étude (1982-2021).

Nous pouvons conclure que les précipitations moyennes mensuelles annuelles dans l'arrondissement de Ntui varient. Les pluies augmentent progressivement de janvier (18,6 mm) à mai (181 mm) et diminuent légèrement de juin (134,3 mm) à juillet (115,5 mm) pour ensuite ré augmenter en août (157,9 mm) à octobre (263,5 mm) et pour encore chuter en novembre (131,7 mm) à 29,4 mm en décembre. Cette variation de pluies constitue un danger pour l'agriculture pluviale et entraîne la baisse des rendements.

2.1.1.2. Identification des mois secs (saison sèche) selon l'indice de Gaussen

L'indice de Gaussen (Gaussen, 1969 cité par l'ONACC, 2018) a permis d'identifier les mois secs (et/ou humides) de notre zone d'étude. Le postulat de Gaussen stipule qu'un mois est considéré comme sec si les précipitations moyennes enregistrées au cours dudit mois (de la saison) sont inférieures ou égales au double de la température moyenne pour le même mois (de la saison).

D'après notre analyse, nous identifions deux (02) types de saisons :

- Les mois secs avec une pluviométrie inférieure ou égale au double des températures moyennes pour les mêmes mois. Il s'agit de janvier, février et décembre
- Les mois pluvieux avec une pluviométrie moyenne supérieure au double des températures des mêmes mois. Il est question ici, du mois de mars jusqu'au mois de novembre.

Les précipitations augmentent progressivement au cours de la saison pour atteindre leur pic au mois d'octobre avant de chuter durant les mois suivants.

Tableau 20 : Saisons dans l'arrondissement de Ntui

Mois	Janv	Fév	mars	avril	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
Précip moy	18,6	35,6	123,0	170,9	181,0	134,3	115,5	157,9	225,8	263,5	131,7	29,4
Temp moy	28,8	29,5	28,5	27,4	26,8	26,2	25,7	25,7	25,7	25,6	26,7	27,8
Type de climat	Sec		Pluvieux									Sec

2.1.2. Variations pluviométriques interannuelle dans l'arrondissement de Ntui de 1982 à 2021

Pour faire une étude de la variabilité du climat à l'échelle interannuelle, nous nous servons des valeurs pluviométriques moyennes annuelles pour calculer les écarts à la moyenne interannuelle. Les résultats nous permettront d'élaborer les graphiques relatifs à l'évolution et à la déviation de ces données par rapport à la moyenne.

2.1.2.1. Variations moyennes annuelles des précipitations de 1982 à 2021

L'analyse de l'évolution des précipitations annuelles a permis de ressortir les grandes tendances des paramètres climatiques dans l'arrondissement de Ntui de 1982 à 2021 (figure 14).

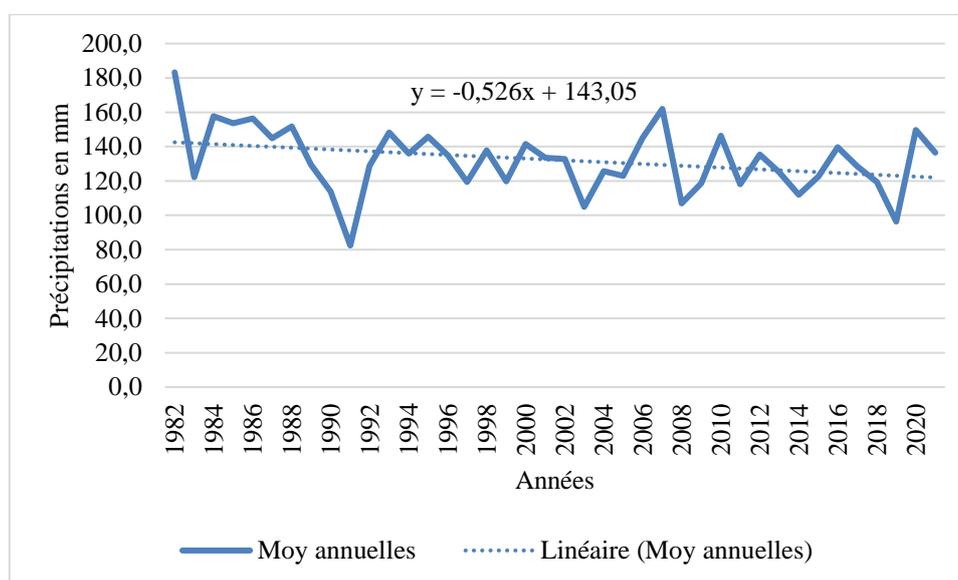


Figure 15 : Variations des précipitations moyennes annuelles dans l'arrondissement de Ntui de 1982 à 2021

Il ressort de la figure 14 que les précipitations ont une tendance à la baisse au cours de la période d'étude (1982-2021) avec une moyenne générale de 132,3 mm.

2.1.2.2. Analyse de la variabilité de la pluviométrie d'après le SPI

Le calcul de SPI permet de déterminer la sévérité de la sécheresse selon différentes classes.

Tableau 21 : Indice pluviométrique standardisé dans l'arrondissement de Ntui

Classes SPI	Degré de sécheresse	Années avec les trous de sécheresse	Pourcentage
SPI >2	Humidité extrême	1982, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1993, 1994, 1995, 2001, 2006, 2007, 2010, 2012, 2016, 2020, 2021	43%
1 < SPI < 2	Humidité forte	1996	3%
0 < SPI < 1	Humidité modérée	2001, 2002	5%
-1 < SPI < 0	Sècheresse modérée	00	00%
-2 < SPI < -1	Sècheresse forte	1989	3%
SPI < -2	Sècheresse extrême	1983, 1990, 1991, 1992, 1997, 1999, 2003, 2004, 2005, 2008, 2009, 2011, 2013, 2014, 2015, 2017, 2018, 2019,	45%

D'après le tableau 21, notre période d'étude (1982-2021) enregistre 43% des années d'humidité extrême, 45% des années de sécheresse extrême contre 5%, 3% et 3% respectivement des années d'humidité modérée, d'humidité forte et de sécheresse forte.

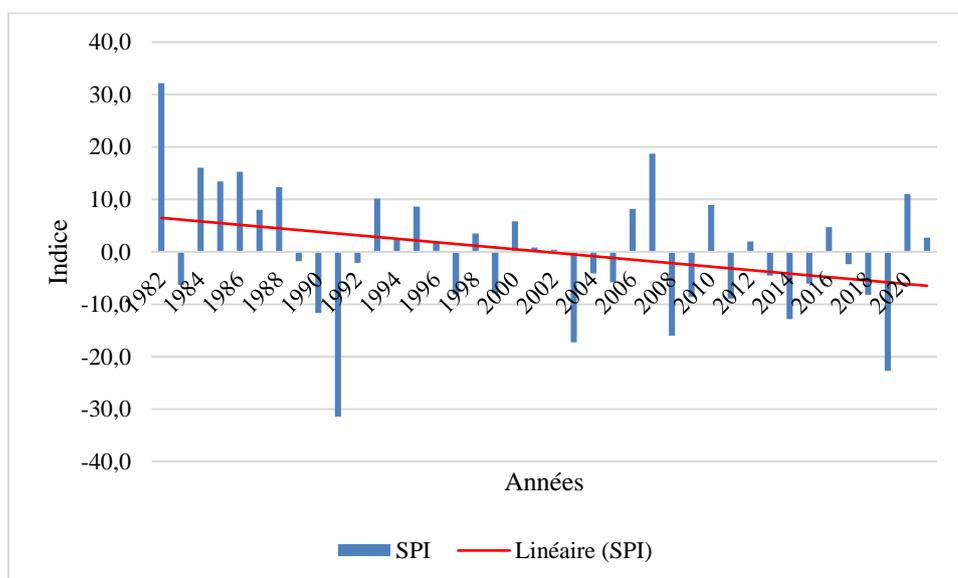


Figure 16 Anomalie centrée réduite à Ntui (Indice de Nicholson)

Il ressort de la figure 15 que 21 années sont humides alors que 19 années sont sèches. On note ainsi la prédominance des excédents hydriques dans l'arrondissement de Ntui contrairement aux déficits hydriques (sécheresses).

2.1.2.3. Indice de pluviosité dans l'arrondissement de Ntui

L'indice de pluviosité est utilisé pour avoir une vision globale de l'évolution de la pluviométrie. En effet, cet indice a l'avantage de dégager les grandes tendances en supprimant les faibles fluctuations internes de la variable (figure 16) qui montre l'indice de pluviosité dans l'arrondissement de Ntui.

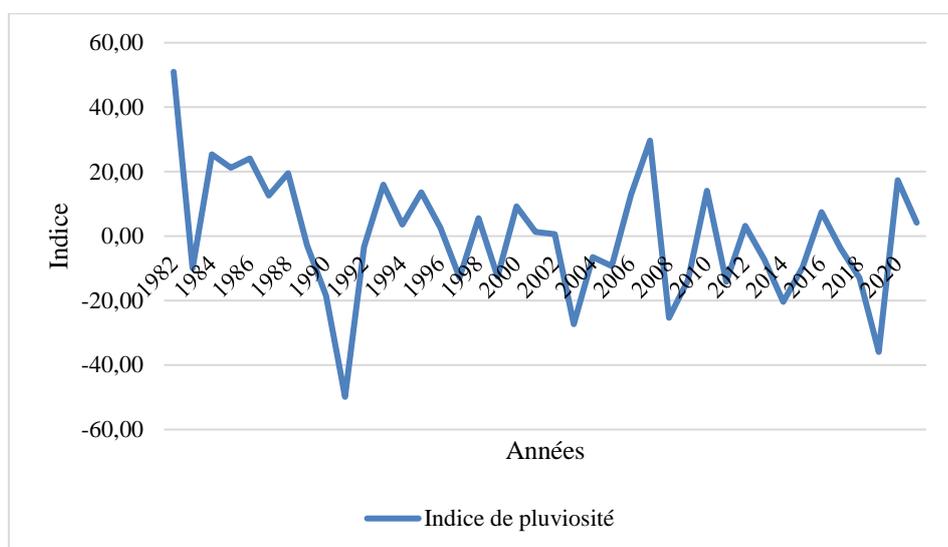


Figure 17 Indice de pluviosité de l'arrondissement de Ntui

2.1.2.4. Valeurs pluviométriques décennales

Le tableau 20 et la figure 16 présentés, font ressortir les tendances pluviométriques de 1982-2021. On retrouve aussi les écarts des précipitations par rapport à la moyenne interannuelle qui est de 1572,35mm. Ils nous permettent d'apprécier les variations pluviométriques décennales.

Tableau 22 : Variations pluviométriques décennales

Décennies	Précipitations moyennes décennales	Moyenne interannuelle	Ecart à la moyenne
1982-1991	1674,6	1572,35	102,25
1992-2001	1558,5	1572,35	-13,85
2002-2011	1538	1572,35	-34,35
2012-2021	1518,3	1572,35	-54,35

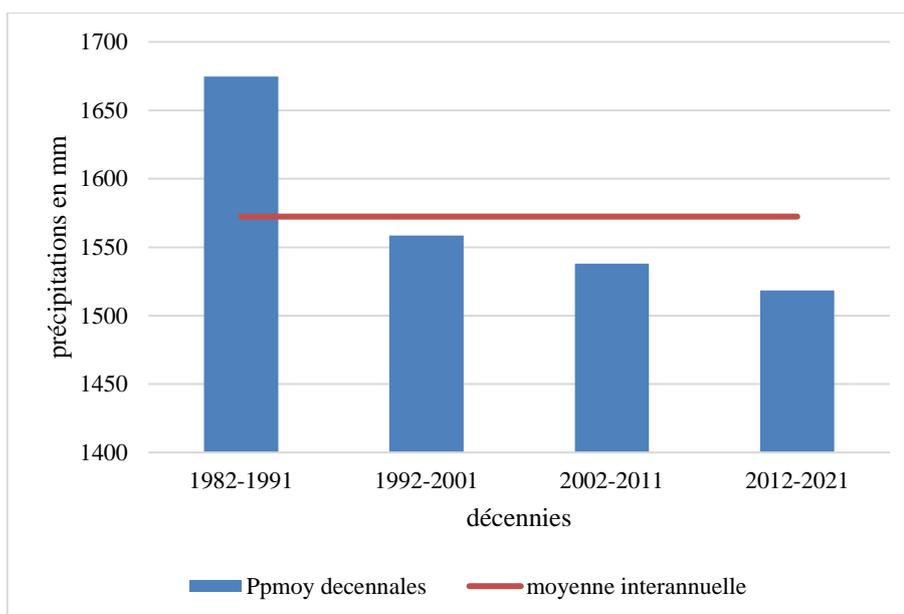


Figure 18 : Evolution de la pluviométrie à l'échelle interannuelle décennale

La figure 17 met en évidence les différentes périodes décennales de 1982-2021. Les périodes décennales de 1982 à 1991 ont été fortement arrosées. La moyenne décennale est de 1674,6mm. Cette moyenne dépasse largement la moyenne interannuelle répartie sur les quarante années d'étude.

Les périodes décennales de 1992 à 2001, de 2002 à 2011 et de 2012 à 2021 sont faiblement arrosées avec une baisse progressive de la quantité des pluies d'une décennie à l'autre. Elles ont respectivement des moyennes décennales de 1558,5 mm, 1538mm et 1518,3mm. Toutes ces périodes sont caractérisées par un déficit pluviométrique important par rapport à la moyenne interannuelle.

D'une manière générale, l'examen des données pluviométriques offre une bonne idée sur l'évolution des précipitations au cours de la période allant de 1982 à 2021 dans l'arrondissement de Ntui. Elle se caractérise par une irrégularité des pluies observable d'une décennie à l'autre, qui dégage une allure inégale en individualisant des séquences excédentaires et des années déficitaires par rapport à la normale considérée. Ce déficit pluviométrique vient confirmer la crise pluviométrique signalée par plusieurs auteurs. L'importance des courts épisodes pluvieux souvent interrompus par de plus longs épisodes déficitaires sont à l'origine de la migration des isohyètes. De ce fait, on peut déduire de la figure 17 les conclusions dégagées par la figure 18.

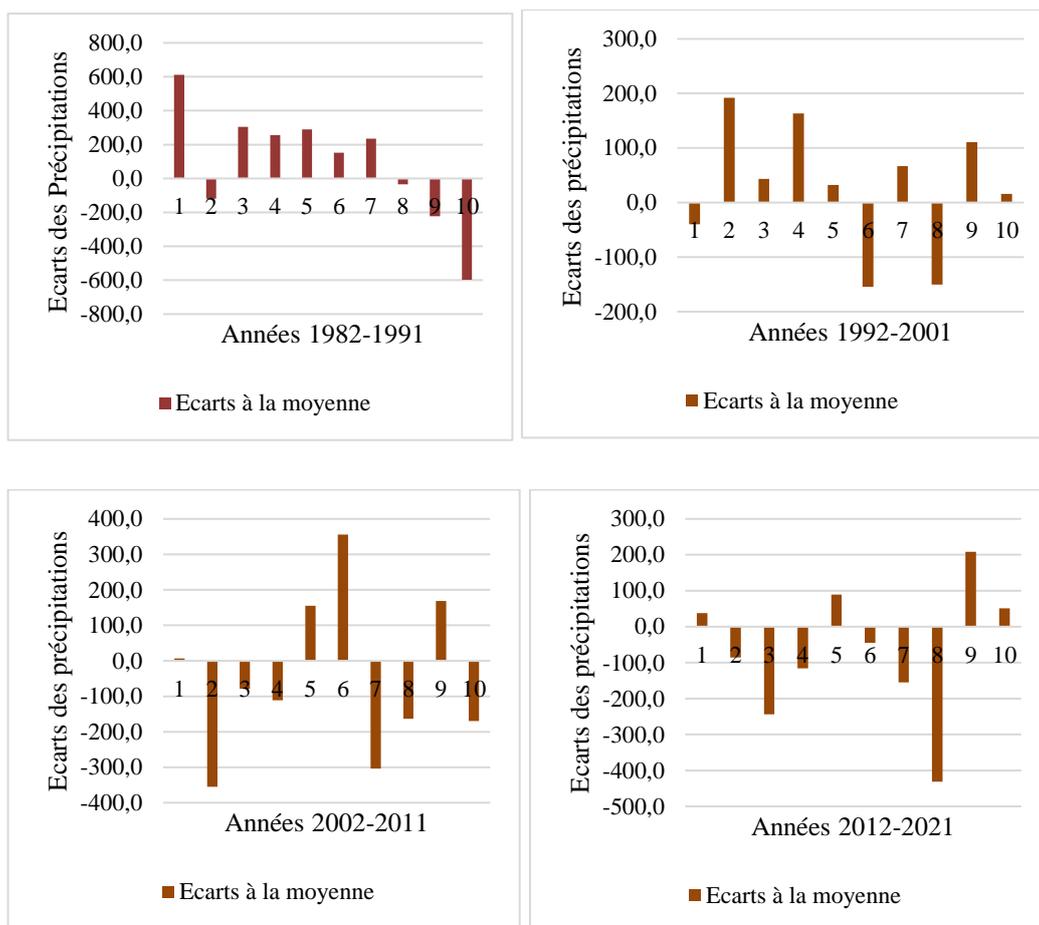


Figure 19 : Ecart à la moyenne dans l'arrondissement de Ntui

La figure 18 représente la variabilité des précipitations à l'échelle annuelle. Elle est caractérisée par une dominance des années humides au cours des deux premières décennies. Par contre, les deux dernières décennies sont marquées par la dominance des années sèches.

2.1.2.5. Détermination des années excédentaires ou humides selon les écarts à la moyenne

Nous considérons comme année humide ou excédentaires, celle ayant un écart pluviométrique positif. La figure 20, nous présente les années excédentaires et déficitaires de notre période d'étude. Il s'agit des années 1982, 1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1993, 1994, 1995, 1996, 1999, 2000, 2007, 2008, 2010, 2016, 2020.

2.1.2.6. Détermination des années déficitaires ou sèches selon les écarts à la moyenne

Par rapport aux années humides, les années sèches ou déficitaires sont celles ayant un écart négatif des précipitations par rapport à la moyenne interannuelle. D'après la figure 18, nous remarquons 23 années ayant reçu des pluies inférieures au seuil normal.

Nous pouvons donc dire que l'arrondissement de Ntui connaît plus d'années sèches qu'humides. Cela voudrait tout simplement dire que, la zone connaît une diminution progressive des précipitations marquée par un déficit pluviométrique constituant un danger pour l'agriculture pluviale en général et pour la culture du cacao et du maïs en particulier.

2.2. Evolution des températures dans l'arrondissement de Ntui

L'analyse des variations des températures portera sur les données mensuelles et annuelles des valeurs thermiques. Elle nous permet de mettre en évidence des changements de températures survenus dans notre zone d'étude.

2.2.1. Evolution mensuelle des températures

L'analyse de l'évolution mensuelle des températures de Ntui montre l'évolution thermique des différents mois de 1982 à 2021 dans ledit arrondissement (figure 19).

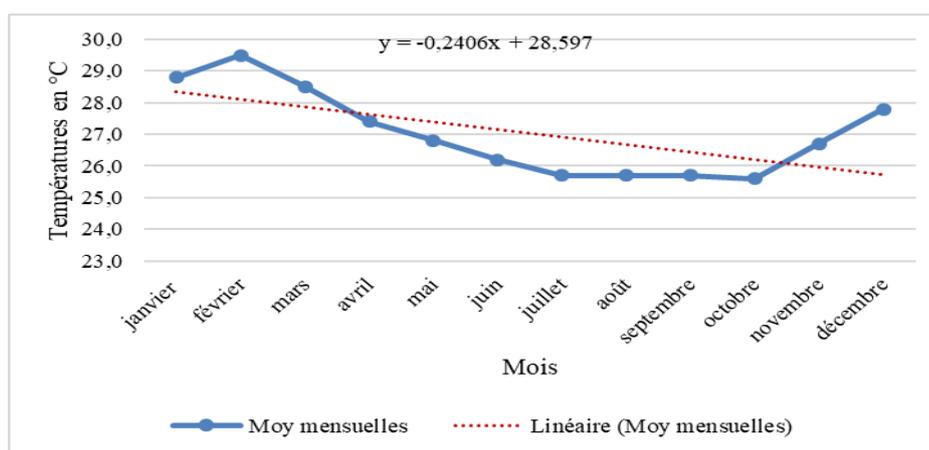
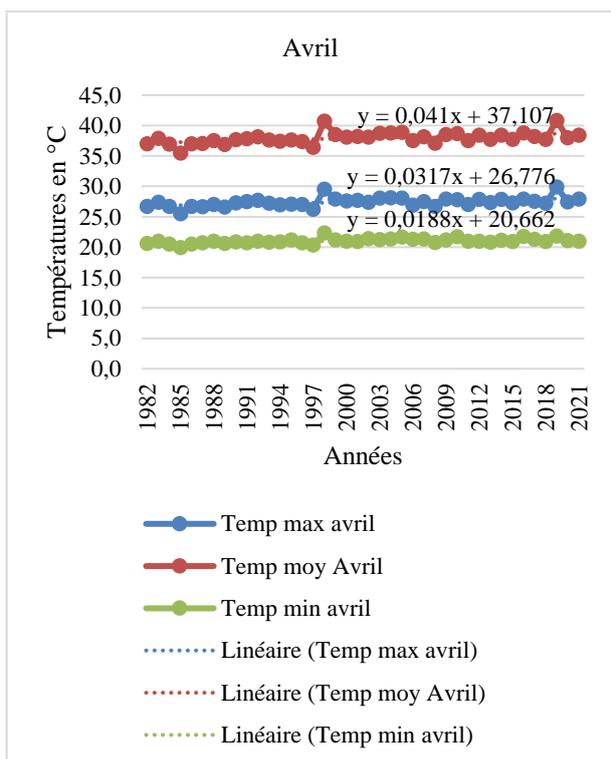
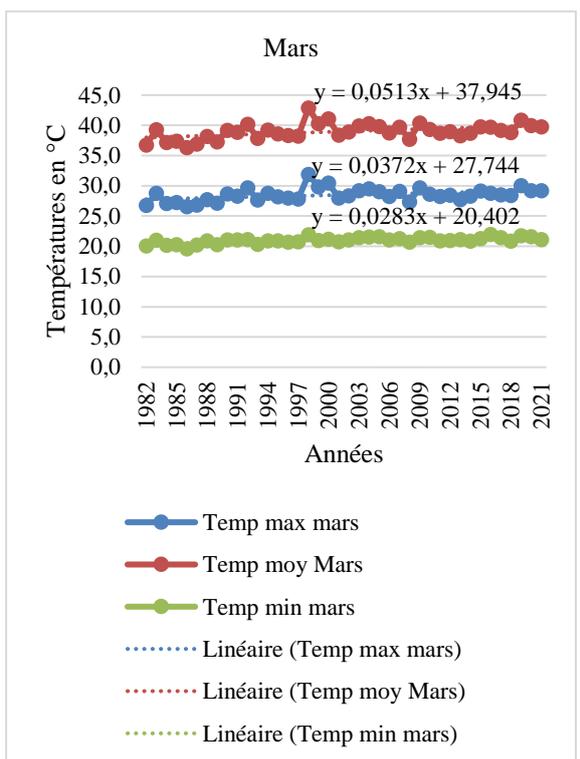
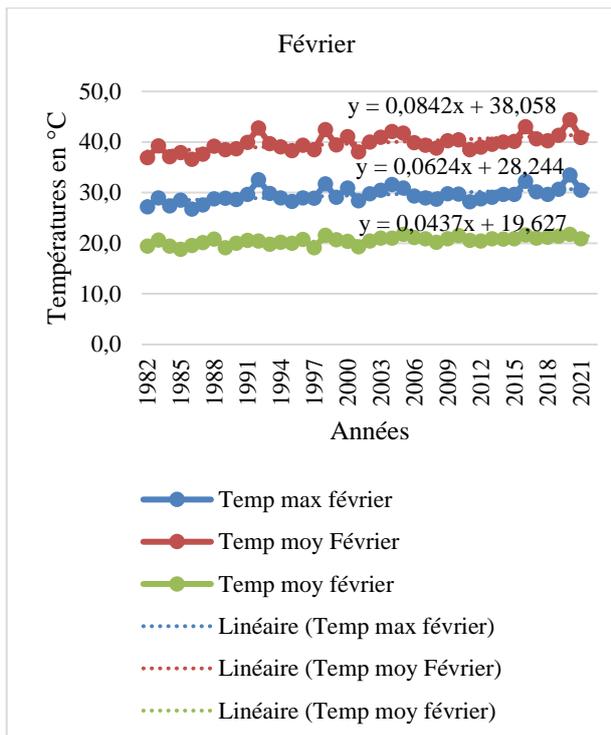
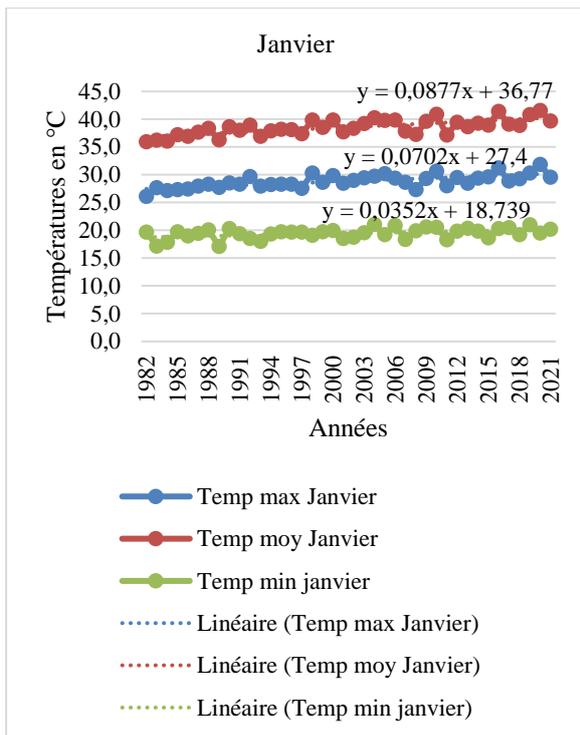


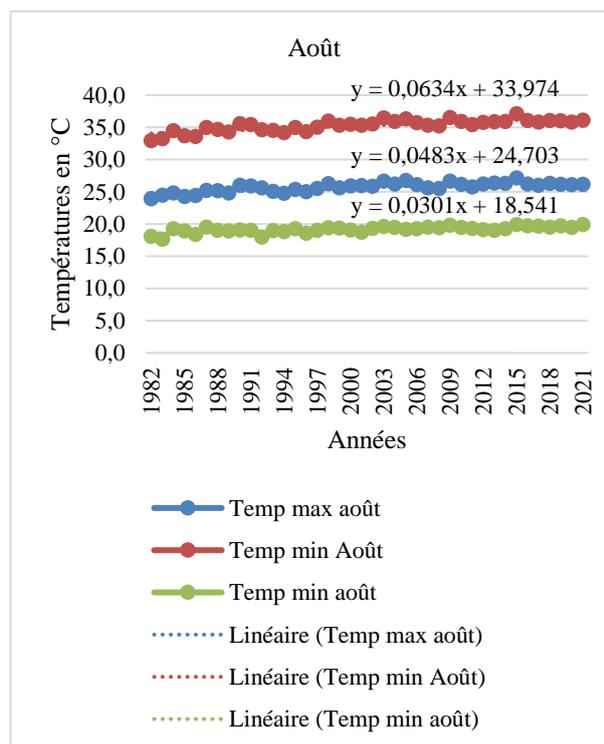
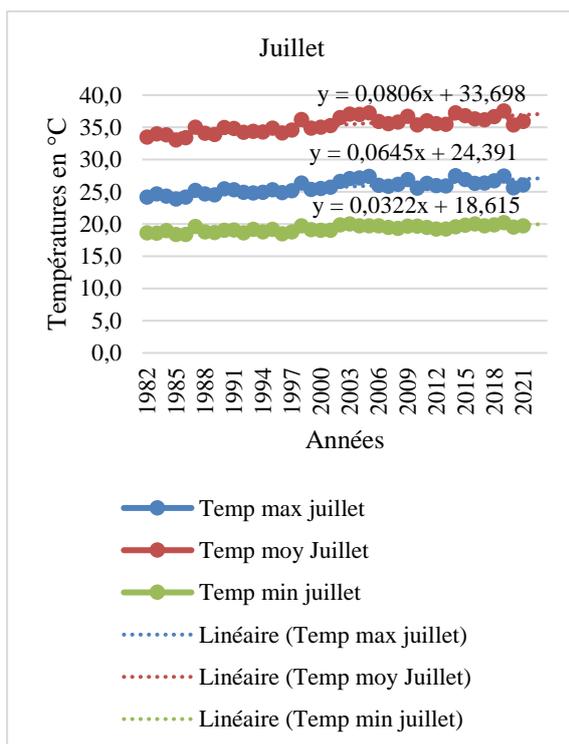
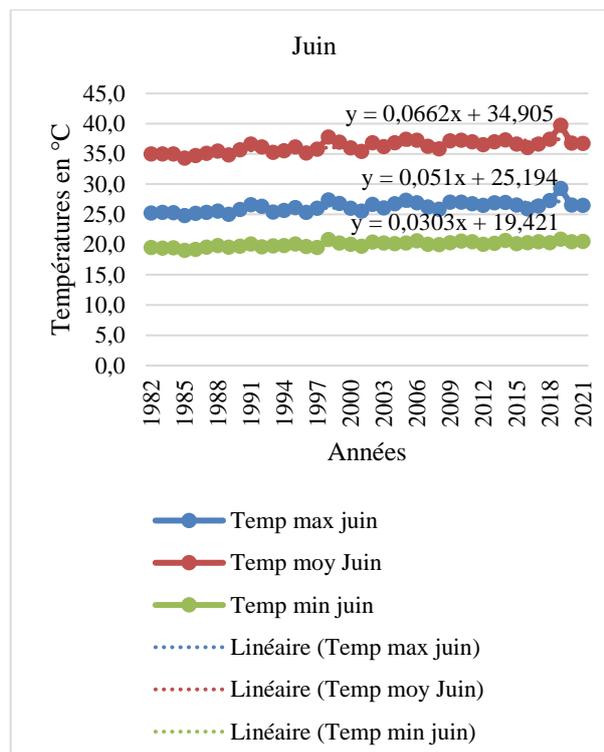
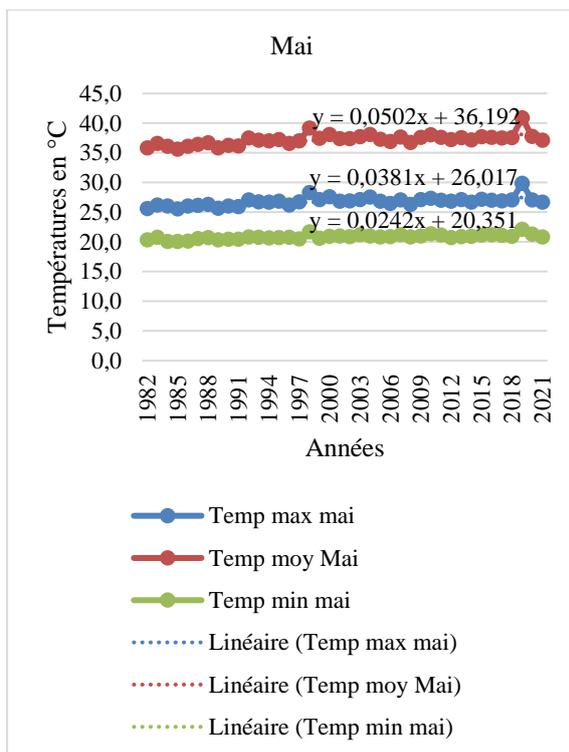
Figure 20 : Variation des températures moyennes mensuelles dans l'arrondissement de Ntui de 1982 à 2021

Sur la figure 19, on constate au premier regard que durant la période de 1982-2021, la température moyenne mensuelle est supérieure à 26°C. Ainsi, les maximas peuvent atteindre 29,5°C (février) tandis que, les minimas peuvent aller jusqu'à 25°C pour les mois de juillet, août, septembre et octobre pour la même période, soit une différence de 4,5°C. De 1982 à 2021, l'analyse des données thermiques montre une tendance à la hausse de la température. La baisse des températures observée pendant les mois de juillet, août, septembre et octobre résulte de l'effet combiné des pluies, de la couverture nuageuse et de l'humidité de l'air pendant la saison pluvieuse (figure 19). Durant la saison sèche, les températures sont soumises à l'influence de l'harmattan provoquant de forte chaleur étouffante et des vents violents entraînant une hausse des températures. La baisse des températures au cours des mois de juillet (25,7°C), août (25,7°C), septembre (25,7°C), et octobre (25,6°C) pourrait s'expliquer par des vagues de froid combiné à l'effet de brume qui réduisent la chaleur.

2.2.2. Variation mensuelle annuelle des températures dans l'arrondissement de Ntui

Les variations des températures mensuelles annuelles nous permettent d'apprécier la variation des températures à Ntui de 1982-2021. De ce fait, la figure 20 met en évidence l'évolution des valeurs thermiques moyennes mensuelles annuelles.





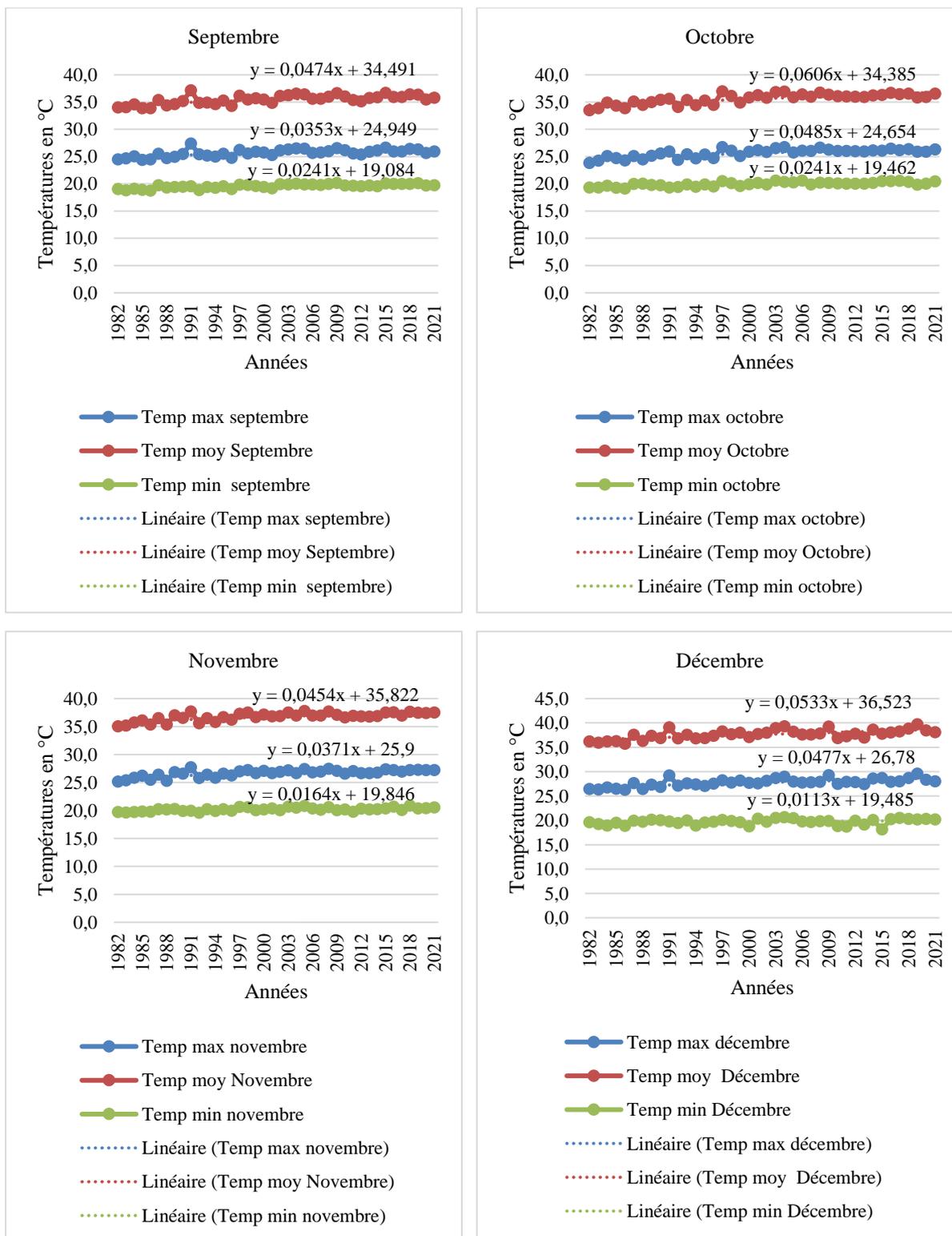


Figure 21 : Variation mensuelle annuelle des températures à Ntui

Les variations mensuelles annuelles des températures de la période d'étude (1982 à 2021) montrent une tendance à la hausse des températures. Les mois de janvier (38,6°C), de février (39,8°C), de mars (39°C), d'avril (37,9°C), de mai (37,2°C) et de décembre (37,2°C)

enregistrent les températures les plus élevées. Par contre les mois de juin (36,3°C), de juillet (35,4°C), d'août (35,3°C), septembre (35,5°C), octobre (35,6°C) et de novembre (36,8°C) enregistrent les températures les plus faibles au cours de la période d'étude. Nous remarquons que pour les douze mois (12) de l'année, les températures sont en hausse de 1982 à 2021. Mais, cette hausse est accentuée à partir des années 2000.

De tout ce qui précède, nous pouvons dire que le mois le plus chaud de la période d'étude est le mois de février avec 39,8°C et le mois le plus froid est celui d'août avec 35,3°C.

2.2.3. Variation annuelle des températures de 1982 à 2021

L'analyse des moyennes annuelles des températures a permis de dégager les grandes tendances des oscillations thermiques dans l'arrondissement de Ntui de 1982 à 2021 (figure 21).

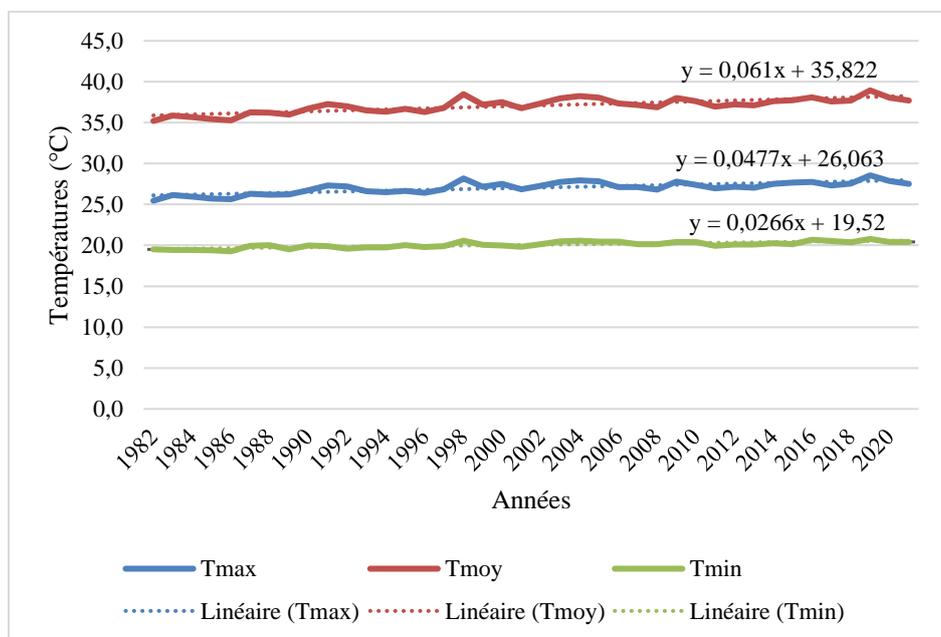


Figure 22 : variation des températures moyennes annuelles de 1982-2021

La figure 21, montre la variation des températures moyennes, maximales et minimales respectivement autour des moyennes de 37,1°C ; 27°C et 20°C de 1982 à 2021. Nous constatons que les températures moyennes annuelles augmentent légèrement de 1982 à 2021. Cette hausse est confirmée par la courbe de tendance. En effet, la température maximale est enregistrée en 2019 avec 38,9°C, une moyenne largement supérieure à la moyenne générale (37,1°C). Par contre, la température la plus faible est observée en 1982 avec 35,2°C, une moyenne largement inférieure à la moyenne générale de l'étude.

2.2.4. Tendance des températures moyennes annuelles décennales de 1982-2021

Les oscillations thermiques à Ntui ont été mises en évidence pour percevoir leur évolution afin de mieux analyser les variations décennales des températures. En regroupant les températures moyennes annuelles par décennie, nous observons mieux les oscillations entre les différentes décennies.

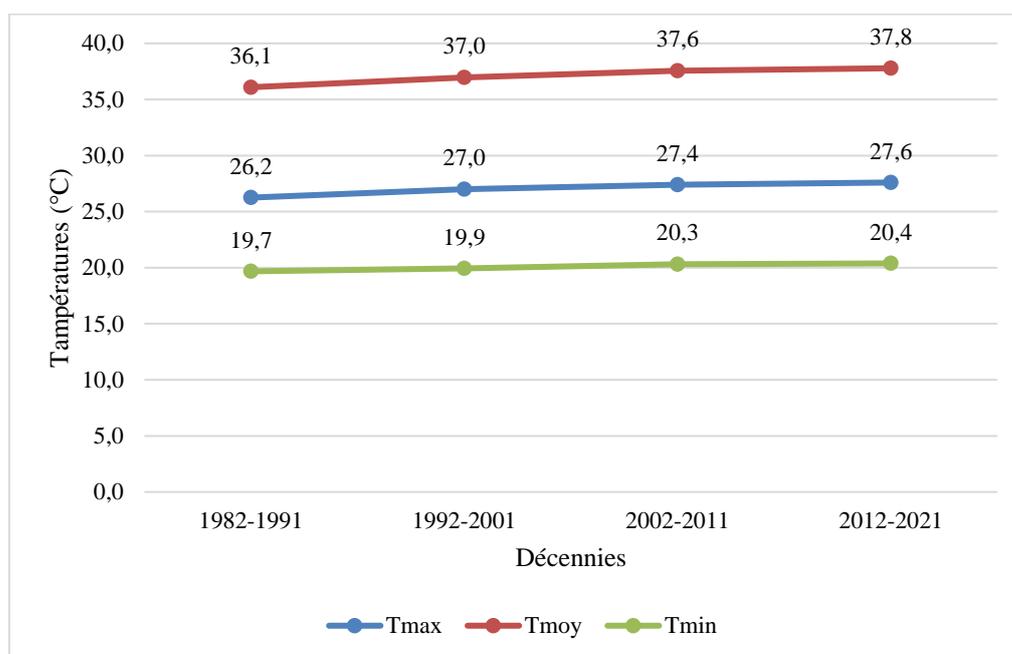


Figure 23 : Tendance thermique des moyennes annuelles des décennies de 1982-2021

La figure 22, présente les oscillations thermiques décennales de 1982-2021. Il s'agit de l'évolution des températures moyennes, minimales et maximales décennales. Nous remarquons que les températures moyennes ont une tendance à la hausse. La première décennie (1982-1991), à une moyenne de 36,1°C soit un écart de -1°C par rapport à la moyenne générale (37,1) de la période d'étude. La deuxième décennie allant de 1992 à 2001, a une moyenne de 37°C soit un écart de -0,1°C par rapport à la moyenne générale. La décennie 2002-2011 enregistre une moyenne de 37,6°C, soit une hausse de 0,5°C par rapport à la moyenne générale. La dernière décennie (2012-2021) a une moyenne de 37,8°C, soit une hausse de 0,7°C par rapport à la moyenne générale. La hausse progressive de ces moyennes décennales confirme l'augmentation des températures dans l'arrondissement de Ntui de 1982 à 2021.

De façon générale, les oscillations thermiques dans l'arrondissement de Ntui se présentent en deux séquences : la première regroupe les deux premières décennies, avec une

tendance à la baisse des températures avec une moyenne thermique de 36,5°C soit une baisse de 0,6°C par rapport à la moyenne générale (37,1°C). La deuxième englobant les deux dernières décennies, connaît une augmentation des températures avec une moyenne 37,7°C soit une hausse de 0,6°C par rapport à la moyenne générale de la période d'étude (1982-2021).

3. Problèmes liés à la dynamique du climat et les risques climatiques observés par la population locale

3.1. Problèmes liés à la dynamique du climat

La variabilité climatique constitue une contrainte pouvant affecter directement ou indirectement la performance agricole et peut de ce fait, entraîner un risque important. Le risque naît souvent de la conjonction d'une menace (l'aléa) et d'enjeux plus ou moins vulnérables. À cet effet, les aléas climatiques présentés ci-dessous sont ceux que font face plusieurs localités. Il s'agit des problèmes suivants :

- Les inondations périodiques liées aux extrêmes climatiques ;
- La sécheresse ;
- Le développement des ravageurs de culture (chenilles, sauterelles, etc.) et de mauvaises herbes ;
- Les vents violents ;
- L'érosion hydrique ;
- Les températures extrêmes ;
- Le décalage des saisons lié à la variabilité spatiotemporelle de la pluviométrie et des débits, avec des séquences sèches plus longues et/ou plus fréquentes ;
- La mauvaise répartition des pluies etc.

3.1.1. Risques climatiques observés dans l'arrondissement de Ntui

Les extrêmes climatiques majeurs observées dans notre zone d'étude sont : les températures extrêmes ; les inondations périodiques liées aux précipitations abondantes ; les vents violents ; l'érosion hydrique ; la sécheresse ; le démarrage tardif des pluies ; la mauvaise répartition des pluies ; le raccourcissement des saisons des pluies, etc.

Parmi les risques climatiques identifiés dans l'arrondissement de Ntui, nous avons certains risques majeurs dans le cadre de l'étude et des impacts de la variabilité climatique sur les variables affectées lors de la production du cacao et du maïs.

3.1.1.1 Températures extrêmes

Les températures extrêmes sont enregistrées pendant les périodes de sécheresses et sont de plus en plus fréquentes de nos jours. Elles atteignent par endroits 30°C à l'ombre durant les mois de janvier et février (PCD, 2013). Les impacts environnementaux liés à ce phénomène sont nombreux et diversifiés. Il s'agit de la baisse des rendements agricoles ; le tarissement des cours d'eau ; la persistance de la famine ; la recrudescence des maladies de cultures ; le changement dans les habitudes alimentaires ; etc.

3.1.1.2. Démarrage tardif des pluies

Le démarrage tardif des pluies est une réalité dans l'arrondissement de Ntui au point où les populations ne connaissent plus avec précision les dates du début et de la fin de la saison agricole. La saison pluvieuse au lieu d'intervenir en début mars comme dans le passé, arrive de fois en fin mars ou début avril et s'arrête un peu tôt (Enquête de terrain, 2023). Le décalage des saisons entraîne des reprises des semis occasionnant un coût de production élevé, l'exode rural, les modifications des habitudes culturelles, migrations saisonnières des exploitants agricoles.

3.1.1.3 Raccourcissement de la saison pluvieuse

Le raccourcissement de la saison pluvieuse est marqué par un démarrage tardif et la fin précoce des pluies. Il entraîne le jaunissement des cultures, l'apparition des maladies de cultures, la prolifération des ravageurs de cultures (chenilles, mauvaises herbes, criquets, tc) et à coût sûr une baisse des rendements agricoles (Enquête de terrain, 2023).

3.1.1.4. Sécheresses

L'arrondissement de Ntui connaît des périodes de sécheresse tous les ans. Elle est caractérisée par une augmentation progressive de la température ambiante, la mauvaise répartition des pluies et la diminution des jours pluvieux. Les impacts environnementaux qui en découlent de cette situation sont : la baisse des rendements agricoles, l'assèchement des cours d'eau, l'exode rural, la famine, la recrudescence des maladies, la baisse des revenus, les changements dans les habitudes alimentaires, etc.

3.1.1.5 Inondations

Dans l'arrondissement de Ntui, les inondations se manifestent très souvent dans les zones marécageuses suite à des fortes pluies. Elles ont sérieusement impacté la production agricole dans certaines localités. En réalité, les inondations sont caractérisées par la submersion des terres cultivables, provoquant la perte de terres arables, l'eutrophisation et la perte de la biodiversité. Soulignons que le relief de Ntui est caractérisé par la présence

des plaines, des petites montagnes, des vallées et des pentes. Ces montagnes de faible altitude sont courantes au fur et à mesure qu'on va vers le Nord tandis que les plaines sont plus fréquentes dans la partie sud. D'après les populations enquêtées, les inondations sont souvent la cause des érosions vécues dans les plantations de cacao. Ces érosions amplifient le phénomène de dessouchement des racines, et une fois que ces racines sont exposées, elles feront face au stress hydrique qui va diminuer leur durée de vie. Les problèmes environnementaux liés à ce risque sont : la famine, les maladies hydriques, déplacement des populations et la perte en vie humaine.



Photo 2 : Racine de cacao déterrée par l'effet de l'érosion à Bilanga-kombe

Source : Auteur, 2023

3.1.1.6. Vents violents

Les vents violents sont des vents à forte intensité occasionnés suite à de différence de température entre deux masses d'air. Ils sont plus fréquents pendant le début et la fin de la saison pluvieuse. Les vents violents détruisent tout à leur passage. Les champs sont de plus en plus exposés à ce phénomène. Ce dernier entraîne la destruction des champs par la cassure des plantes et par conséquent réduit les rendements agricoles, la destruction des habitats et la perte en vie humaine.

Conclusion

Le chapitre 2 avait pour objectif d'évaluer la dynamique spatio-temporelle du climat dans l'arrondissement de Ntui. Compte tenu de la situation instable des éléments du climat (précipitations et températures), nous pouvons dire à travers les résultats obtenus que la dynamique du climat se caractérise par une diminution des pluies au cours de la décennie de 2013 à 2021 ; la hausse des températures ; la baisse de la hauteur des pluies ; les températures extrêmes ; les inondations ; les vents violents etc. Les analyses effectuées dans ce travail, ont montré également que les précipitations ont une tendance à la baisse tandis que les températures augmentent durant la période d'étude (1982-2021). Cette dynamique constatée depuis quelques décennies se traduit par la rareté des pluies ; les vents violents ; la dégradation de l'environnement ; le début tardif de la saison pluvieuse, l'érosion ; la sécheresse ; etc. L'ensemble de ces problèmes associés à la variabilité climatique influence le développement des cultures (cacao et maïs). C'est pourquoi, le prochain chapitre sera basé sur les impacts de la variabilité climatique sur la culture du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui.

**PARTIE II : IMPACTS DE LA VARIABILITE CLIMATIQUE SUR LA
PRODUCTION AGRICOLE ET LES STRATEGIES D'ADAPTATION**

CHAPITRE III : IMPACTS DE LA VARIABILITE CLIMATIQUE SUR LA PRODUCTION DU CACAO ET DU MAÏS DANS L'ARRONDISSEMENT DE NTUI

Introduction

Dans ce chapitre 3, nous ferons allusion aux impacts de la variabilité climatique sur la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui. De par ses liens avec les facteurs de l'environnement, il est évident que la variation du climat affecte la production agricole, déterminant la performance du secteur agricole à différents niveaux. De ce fait, nous mettrons en évidence les perceptions des cultivateurs de l'impact de la variabilité climatique à partir du questionnaire administré. Nous évaluerons les impacts de la variabilité climatique sur la production du cacao et du maïs à Ntui. Pour terminer, nous dresserons une matrice des impacts des risques climatiques sur les variables affectées pendant la production du cacao et du maïs.

1. Etude des impacts de la variabilité climatique sur la production du cacao et du maïs

Les extrêmes climatiques majeurs étant déjà identifiés dans le chapitre 2, l'étude des impacts nous permettra d'évaluer les effets de la variabilité du climat sur la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui.

1.1. Perception des cultivateurs des impacts de la variabilité climatique sur la production du cacao et du maïs

Lors de la production du cacao et du maïs, plusieurs variables sont impactées. Nous allons nous limiter sur les cultures (cacao et maïs), sols et eaux agricoles. De ce fait, nous présenterons les effets perçus par les agriculteurs sur le cacao et le maïs.

1.1.1. Perception des cultivateurs des impacts de la variabilité climatique sur le cacao et le maïs

Les impacts de la variabilité climatique sur les cultures sont les plus perçus par les cultivateurs lors de la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui (tableau 22).

Tableau 23 : Principaux impacts des perturbations climatiques perçus par les agriculteurs sur les cultures étudiées (cacao et maïs) à Ntui

Variable impactée	Impacts perçus par les agriculteurs	Pourcentage (%)	
		Oui	Non
Culture du cacao et du maïs	Destruction des cultures par les animaux sauvages (singes, écureuil, etc)	90	10
	Destruction des cultures par les oiseaux granivores	80	20
	Baisse des rendements agricoles	87	13
	Flétrissement et assèchement des cultures	78	22
	Envahissement des champs par les mauvaises herbes	67	33
	Destruction par les chenilles et termites	76	24
	Apparition des maladies de cultures	83	17
	Destruction des cultures par les eaux d'inondations et l'érosion	96	4
	Destruction des cultures par les vents violents	98	2
	Destruction des cultures par les criquets	90	10
	Pourriture des cultures	100	00

D'après le tableau 23, en dehors du flétrissement et de l'assèchement des cultures (78%), les effets perçus par les paysans sont essentiellement biotiques (ravageurs) : ce qui justifie le rôle important joué par ces facteurs biotiques dans la baisse des rendements agricoles. Cette baisse 80% mentionnée par les agriculteurs serait le résultat de la conjugaison des impacts biotiques et abiotiques. Ajoutons que les impacts tels que la baisse des rendements, le flétrissement et l'assèchement des cultures sont des impacts directs causés par la baisse des précipitations ou l'augmentation des températures. Par contre, les impacts indirects tels que :

La destruction des cultures par les animaux sauvages, perçu par 90% des agriculteurs s'expliquent par la pression exercée sur les ressources végétales et édaphiques par la population à la fois à la recherche de nouvelles terres et du bois de chauffage, et ce qui les poussent parfois à empiéter sur les aires de pâturage des animaux sauvages ;

La destruction des cultures par les oiseaux granivores, perçu par 80% de la population. L'assèchement de certains cours d'eau, des sols et des graminées sauvages est la cause de la destruction des cultures par les oiseaux granivores. Cette situation entraîne une raréfaction de l'eau et des graminées sauvages pour les oiseaux granivores. Tout ceci

aura pour conséquence la quête permanente de l'eau et des graminées des cultures (maïs, cacao, manioc, etc.) ;

La prolifération et la destruction des cultures par les criquets (90%), par les chenilles et les termites (76%), et les maladies de culture (83%), qui sont les plus perçus sur l'ensemble de notre zone d'étude, s'expliqueraient selon les études menées dans différentes zones sèches africaines par la baisse des pluies et la hausse des températures. Par ailleurs, on assistera à la prolifération des ravageurs, prolifération des maladies de culture et des mauvaises herbes dans les zones inconnues auparavant, la chute des effectifs de parasitoïdes (guêpes, mouches) utiles pour la lutte contre les ravageurs à cause de la baisse de pluviométrie et l'augmentation de températures, qui ont amplifié ces impacts (Loth, 2004), les maladies de culture, les ravageurs de cultures (criquets, souris, termites, guis d'Afrique), les oiseaux granivores et les animaux sauvages, contribuent parfois pour environ 50% à la réduction de la production agricole. Tous ces facteurs peuvent occasionner le flétrissement et l'assèchement des cultures. La baisse des rendements agricoles prise comme impact indirect résulte de la somme de tous les précédents effets. La pourriture des cultures (100%) est l'impact de la variabilité climatique le plus perçu par la totalité des cultivateurs enquêtés.



A : Destruction du cacao par l'écureuil



B : Pourriture du Cacao



C : Flétrissement et assèchement d'un cacaoyer



D : Cabosse de Cacao
attaquée par la capside



E : Effet de la chenille
défoliatrice sur les feuilles de
cacao



F : Destruction d'un
Cacaoyer par les vents
violents



G : Destruction d'une tige de
maïs par la chenille légionnaire



H : Maladie de culture
identifiée sur une tige de maïs



I : Cassure d'une tige de maïs
par les vents violents



J : Maïs attaqué par une
maladie de cultures

Planche 3 : impacts des perturbations climatiques sur la culture du cacao et du maïs

Les impacts sur les cultures sont perçus dans l'arrondissement de Ntui. Tous ces impacts ont induit et induiront encore des baisses de rendements agricoles (Loth, 2004), avec des conséquences lourdes pour la sécurité alimentaire. En 2020 par exemple, les rendements agricoles ont diminué de 50%, et la famine a frappée 1/5 de la population mondiale. L'arrondissement de Ntui, comme dans plusieurs autres zones agricoles, la baisse des rendements agricoles, la baisse des revenus monétaires, la famine, la malnutrition des populations, la pression sur des ressources naturelles (Loth, 2004), sont devenus des réalités quotidiennes. De même, on estime qu'avec l'augmentation et la diminution des paramètres climatiques (températures et précipitations) au fil des années, la prévisibilité du climat diminuerait, en rendant difficile la planification des activités agricoles.

Dans l'arrondissement de Ntui, les agriculteurs perçoivent les effets de la variabilité climatique sur les cultures, mais de façon limitée. En plus les effets causés par les facteurs biotiques, contribuent majoritairement dans la baisse des rendements agricoles.

1.1.2. Perception des cultivateurs des incidences de la variabilité climatique sur les sols agricoles

Les impacts de la variabilité climatique sur les sols agricoles ont été aussi perçus par les agriculteurs. Le tableau 23 détaille les principaux effets de la variation du climat sur les sols dans l'arrondissement de Ntui.

Tableau 24 : Principaux impacts de la variabilité climatique sur les sols agricoles

Variable impactée	Impacts perçus par les cultivateurs	Pourcentage (%)	
		Oui	Non
Sols agricoles	Baisse de la fertilité des sols	83,5	16,5
	Baisse accrue de l'humidité	61	39
	Sols légers	59,5	40,5
	Accroissement de l'érosion des sols	68	32
	Induration de la surface des sols	58	42

Source : Enquête de terrain, 2022

Selon le tableau 24, la baisse de la fertilité des sols est l'impact le plus perçus. Elle constitue en effet le dénominateur commun de tous les autres impacts mentionnés par les

paysans. Ils sont soit des conséquences (Induration des sols, sols légers), soit ses causes (érosion des sols). Cette baisse de la fertilité des sols s'expliquerait par des apports alcalino-terreux et organiques fertilisants, la salinisation des sols, la pollution des sols, le compactage des sols, auxquels on peut ajouter l'érosion des sols.

La baisse accrue de la fertilité des sols peut être dû à l'augmentation des températures élevées suite à l'ensoleillement (ONACC, 2018).

Les sols légers résultent de la perte de matières organiques et d'éléments fertilisants, qui pourrait être imputée à la régression de la durée et de la profondeur des eaux d'inondations (Sighomnou, 2002) ; mais aussi de l'usage des outils agricoles rudimentaires et de la non maîtrise des techniques agricoles protectrices des sols tels que le « *mulching* », la fabrication et l'utilisation des matières organiques (fumier et compost) et des pratiques agroforestières.

L'accroissement de l'érosion hydrique et éolienne peut s'expliquer par la dénudation et l'assèchement des sols et leurs expositions aux intempéries (Oijen et Kemdo, 1985). Suite à l'assèchement des ligneux et des herbacées après la baisse des inondations et l'assèchement des sols. L'accroissement de l'érosion est aussi dû à la collecte accrue du bois de chauffage, le déboisement pour l'extension des parcelles agricoles, les mauvaises techniques agricoles, les pluies orageuses, la dégradation de la structure et l'ameublissement des sols suite aux piétinements excessifs des animaux dans une zone de pâturage et de transhumance par excellence.

L'induration de la surface des sols s'expliquerait par la perte des matières organiques (PNUD, 2008), par calcination solaire ou par assèchement des légumineuses (acacia) ou des graminées suite à la baisse des inondations. L'assèchement des sols suite aux fortes températures et à la perte de structure après piétinements excessif par de nombreux animaux, ou des pluies orageuses sur des sols dénudés et déboisés, sont les causes de l'induration de la surface des sols.

Tous ces effets induits font partie de ce qu'on appelle « la dégradation des terres », qui selon Moron (1994), augmente la vulnérabilité des agriculteurs à la variabilité climatique et qui est à l'origine de la baisse de la fertilité des sols dont souffrent les agriculteurs en général et ceux de l'arrondissement de Ntui en particulier.

1.1.3. Perception des cultivateurs des impacts de la variabilité du climat sur les eaux agricoles

Les agriculteurs de l'arrondissement de Ntui ont perçu des impacts des perturbations du climat sur les eaux agricoles. Le tableau 24 met en exergue les principaux impacts de la variabilité climatique sur les cours d'eau.

Tableau 25 : Principaux impacts de la variabilité climatique sur les cours d'eau, perçus par les cultivateurs.

Variable impactée	Impacts perçus par les agriculteurs	Pourcentage (%)	
		Oui	Non
Cours d'eau	Assèchement rapide des eaux de surface	80	20
	Dégradation de la qualité de l'eau	78	22
	Assèchement des puits et forages	83	17

Source : Enquête de terrain, 2022

L'assèchement des eaux de surface et des eaux souterraines (80%) mentionné par les cultivateurs de notre zone d'étude est le principal impact des perturbations climatiques sur les eaux agricoles. Il peut s'expliquer par :

- La forte dépendance des agriculteurs pour leur activité de saison de pluie ou saison sèche ;
- Le fait que l'eau constitue la seule ressource dont les cultivateurs sont conscients de sa dégradation. Cela traduit l'ardeur avec laquelle le dérèglement climatique a affecté leurs eaux superficielles (Loth, 2002)
- La forte dépendance des agriculteurs aux eaux superficielles et souterraines pour leurs activités quotidiennes (l'agriculture, l'élevage, la pêche).

L'assèchement rapide des eaux de surface et des eaux souterraines (puits et forages), s'expliquerait par la baisse et la mauvaise répartition des précipitations, ainsi qu'aux fortes évaporations suite aux fortes températures (Brétaudeau, 2010 ; Opiyo, 2009 ; ECOWAS, 2008 ; Delclaux, 2008 ; Sighoumno, 2002). L'assèchement rapide des puits et forages (83%) peut s'expliquer par une exploitation abusive des réserves hydriques souterraines par les cultivateurs pour produire des cultures de saison sèche, suite aux échecs répétées des cultures de saison de pluie.

La dégradation de la qualité de l'eau (78%) et la recrudescence des conflits liés à l'eau (68%), peuvent être les conséquences exercées par les populations en général sur les eaux superficielles et souterraines. La dégradation de la qualité de l'eau serait essentiellement due aux intrants agricoles (herbicides, engrais, etc.) et de la pêche. La baisse des précipitations peut aussi expliquer les conflits existants autour de l'eau et augmenterait la concentration des polluants dans les eaux et les sols avec des conséquences provoquant la lassitude pour l'agriculture.

1.2. Matrice des impacts des extrêmes météorologiques sur les variables affectées

Les extrêmes climatiques majeurs affectant les variables lors de la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui sont déjà connus. Il s'agit des inondations, du démarrage tardif des pluies, de l'érosion, des sécheresses, des températures extrêmes et des vents violents. En se référant sur les indications du GIEC, les probabilités d'occurrences des extrêmes mentionnés sont extrêmement probables pour les vents violents et l'érosion ; très probable pour les températures extrêmes, les inondations et le démarrage tardif des pluies ; et probable pour les sécheresses.

Les perceptions des cultivateurs ont été d'une contribution pour déterminer les impacts des risques sur les différentes variables. La majorité des cultivateurs ont affirmé que le démarrage tardif des pluies et le raccourcissement sont les causes de la diminution de la disponibilité de l'eau, baisse de l'humidité du sol et des rendements. La destruction des cultures par les oiseaux granivores, la baisse de la fertilité du sol, l'assèchement rapide des eaux de surface, le flétrissement et l'assèchement des cultures exprimées par la majorité des cultivateurs s'expliqueraient par une augmentation de la température. La sécheresse contribue à la destruction des cultures par les criquets et les souris. Tous ces impacts sont résumés dans le tableau 26.

Tableau 26 : Impacts des risques climatiques sur les variables

Extrêmes météorologiques probables	Cultures du cacao et du maïs	Sols agricoles	Disponibilité en eau
Températures extrêmes	Flétrissement et assèchement des cultures ; Destruction des cultures par les oiseaux granivores ;	Baisse accrue de l'humidité ; Baisse de la fertilité des sols	Assèchement rapide des eaux de surface
Sécheresses	Apparition des maladies de cultures ; Destruction des cultures par les animaux sauvages (singes, écureuil, etc) ; Destruction par les chenilles et termites	Baisse accrue de l'humidité ; Induration de la surface des sols	Assèchement rapide des eaux de surface ; Assèchement des puits et forages
Démarrage tardif des pluies	Envahissement des champs par les mauvaises herbes ; Baisse des rendements agricoles	Sols légers	Assèchement des puits et forages ; Dégradation de la qualité de l'eau
Inondations	Destruction des cultures par les eaux d'inondations et l'érosion	Accroissement de l'érosion des sols	Dégradation de la qualité de l'eau
Erosion	Destruction des cultures par les eaux d'inondations ; Déracinement des cultures	Dégradation de la qualité du sol	Dégradation de la qualité de l'eau
Vents violents	Destruction des cultures par les vents violents	Sols légers	Dégradation de la qualité de l'eau

Source : Auteur, 2023

Tableau 27 : Détermination des conséquences ou niveaux de sévérité en cas d'apparition d'aléas

Extrêmes météorologiques probables	Cultures du cacao et du maïs	Sols agricoles	Disponibilité en eau
Augmentation de la température	Majeure	Modérée	Sévère
Sécheresses	Majeure	Mineure	Sévère
Démarrage tardif des pluies	Majeure	Mineure	Majeure
Inondations	Sévère	Majeure	Majeure
Erosion	Sévère	Sévère	Modérée
Vents violents	Sévère	Modérée	Modérée

Source : Enquête de terrain, 2023

D'après le tableau 27, le niveau de sévérité des extrêmes climatiques restent très élevé pour l'ensemble des variables. Nous constatons que les aléas climatiques ont plus d'effets sur les cultures et cours d'eau que sur les sols agricoles. A la suite des conséquences des extrêmes climatiques, nous allons par la suite déterminer les degrés d'impacts des extrêmes climatiques dans le tableau 28 conformément au tableau 26.

Tableau 28 : Degrés d'impacts des risques sur les variables

Conséquences Probabilités	Cultures du cacao et du maïs	Sols agricoles	Disponibilité en eau
Augmentation de la température	Elevé	Modérée	Extrême
Sécheresses	Elevé	Faible	Extrême
Démarrage tardif des pluies	Elevé	Faible	Elevé
Inondations	Extrême	Elevé	Elevé
Erosion	Extrême	Extrême	Modérée
Vents violents	Extrême	Modérée	Modérée

Source : Enquête de terrain, 2022

Le tableau 28 présente le degré d'impact élevé pour les cultures et les eaux agricoles mais modéré dans l'ensemble pour les sols agricoles. Nous pouvons dire que le degré d'impact est élevé pour les cultures du cacao et du maïs. Nous avons par la suite réalisé la matrice d'impacts dans le tableau 28 dans lequel nous ajouterons des couleurs en fond correspondant aux impacts de chaque extrême météorologique de chacune des variables. Ce tableau facilitera la lecture des impacts de chaque extrême météorologique pour chaque variable et aussi la valeur du risque.

Tableau 29 : Matrice d'impacts des extrêmes météorologiques sur les variables

Extrêmes météorologiques probables	Cultures du cacao et du maïs	Sols agricoles	Cours d'eau
Températures extrêmes	Flétrissement et assèchement des cultures ; Destruction des cultures par les oiseaux granivores ;	Baisse accrue de l'humidité ; Baisse de la fertilité des sols	Assèchement rapide des eaux de surface
Sécheresses	Apparition des maladies de cultures ; Destruction des cultures par les animaux sauvages (singes, écureuil, etc) ; Destruction par les chenilles et termites	Baisse accrue de l'humidité ; Induration de la surface des sols	Assèchement rapide des eaux de surface ; Assèchement des puits et forages
Démarrage tardif des pluies	Envahissement des champs par les mauvaises herbes ; Baisse des rendements agricoles	Sols légers	Assèchement des puits et forages ; Dégradation de la qualité de l'eau
Inondations	Destruction des cultures par les eaux d'inondations et l'érosion	Accroissement de l'érosion des sols	Dégradation de la qualité de l'eau
Erosion	Destruction des cultures par les eaux d'inondations ; Déracinement des cultures	Dégradation de la qualité du sol	Dégradation de la qualité de l'eau
Vents violents	Destruction des cultures par les vents violents	Sols légers	Dégradation de la qualité de l'eau

Légende :

Ext. probable	Très probable	Probable	Extrême	Elevé	Modéré	Faible

Source : Enquête de terrain, 2022

D'après le tableau 29, les vents violents, les inondations, l'érosion ont un degré d'impact extrême sur les cultures et les cours d'eau, mais élevé sur les cours d'eau. Les températures extrêmes, le démarrage tardif des pluies et le raccourcissement de la saison pluvieuse ont un degré d'impact élevé sur les cultures, faible sur les sols agricoles et modéré sur les cours d'eau. Par contre, les températures extrêmes, démarrage tardif des pluies et les sécheresses ont des degrés d'impact élevés sur les cultures mais extrêmes sur les cours d'eau.

De ce qui précède, nous pouvons conclure que les aléas climatiques évoqués ont des impacts extrêmes sur la production du cacao et du maïs, élevé pour les cours d'eau et modéré pour les sols agricoles.

1.3. Influence des précipitations et des températures sur la production du cacao et du maïs

Les précipitations et les températures sont deux paramètres climatiques importants dans la production agricole. Dans cette partie, nous allons montrer l'influence de ces paramètres climatiques sur la production du cacao et du maïs.

1.3.1. Influence des précipitations et des températures sur la production du cacao

1.3.1.1. Influence des précipitations sur la production du cacao

Le climat est un facteur très important pour la production agricole. Cependant, lorsque ce phénomène se traduit par une augmentation des températures (sécheresse) et une pluviométrie excessive (inondations), il devient une réalité ressentie par les agriculteurs, avec des forts impacts sur la production (Dugué, 2012). La figure 23 montre l'évolution des précipitations et de la production du cacao.

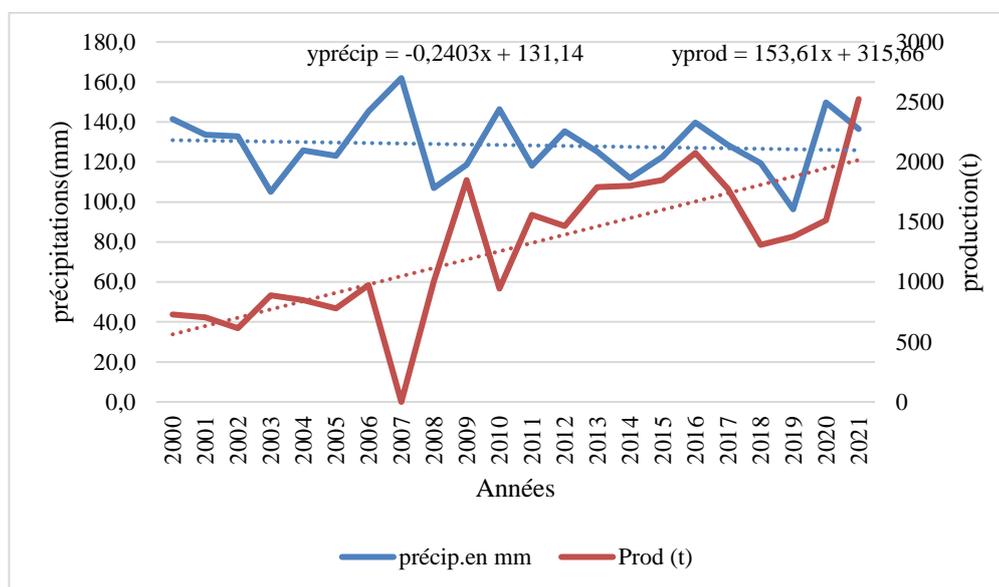


Figure 24 : Evolution des précipitations et de la production du cacao dans l'arrondissement de Ntui de 2000-2021

Sur la période allant de 2000 à 2021, l'arrondissement de Ntui est marqué par une variation des précipitations et de la production de cacao selon les années de notre période

d'étude (figure 23). La variation de ces variables agro climatiques est confirmée par la pente des courbes évolutives. Nous constatons une baisse des précipitations et une hausse de la production du cacao. Nous pouvons dire que, la production du cacao dépend peu fortement des précipitations.

1.3.1.2. Influence des températures sur la production du cacao

Le développement du cacao est très influencé par la température, bien qu'elles jouent un rôle essentiel pour la croissance végétative et floristique. Un seuil supérieur à 32°C peut occasionner des incidences sur le cacaoyer. La figure 24 montre l'influence des températures sur la production du cacao de 2000-2021.

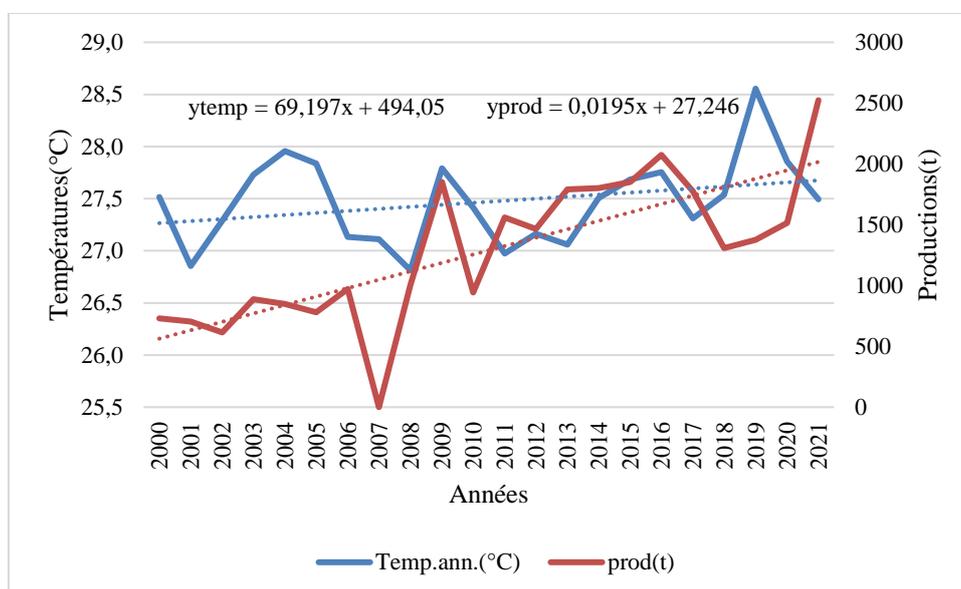


Figure 25 : Evolution des températures et de la production du cacao dans l'arrondissement de Ntui

La figure 24 présente le lien entre les températures et la production du cacao dans l'arrondissement de Ntui de 2000 à 2021. Pendant que les températures augmentent fortement, la production du cacao augmente légèrement. Nous pouvons dire que la production du cacao et les températures sont liées. Cette variation est vérifiée par les équations de la pente des courbes évolutives.

1.3.2. Influence des températures et des précipitations sur la production du maïs

1.3.2.1. Influence des précipitations sur la production du maïs

Le climat est un facteur explicatif important de la production agricole (Fomekong et al., 2011). Cependant, une pluviométrie peu abondante (sécheresse) ou très abondante peut entraver le développement du maïs limitant ainsi sa production. La figure 25 montre l'évolution des précipitations et de la production du maïs dans l'arrondissement de Ntui de 2000-2021.

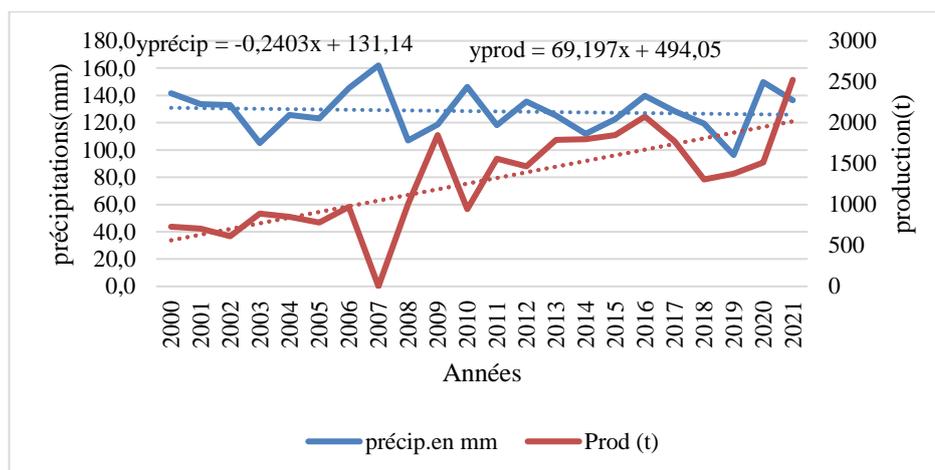


Figure 26 : Evolution des précipitations et de la production du maïs dans l'arrondissement de Ntui

En observant la figure 25, on remarque une stabilité des précipitations et une augmentation de la production du maïs de 2000-2006. De 2007 à 2014, les précipitations diminuent pendant que la production du maïs augmente. Ceci s'expliquerait par la multiplication des superficies par les cultivateurs ou l'utilisation à grande échelle des engrais chimiques pour accroître la production. Nous observons également une stabilité des précipitations au cours de la période qui va de 2015-2021, tandis que la production du maïs augmente. De manière générale, nous remarquons une baisse des précipitations et une hausse de la production du maïs. En effet, le maïs est une plante qui a besoin d'eau. Mais toutefois, des excédents pluviométriques (inondations) peuvent entrainer une baisse des rendements.

Sur les 21 années corrélées (2000-2021), 10 enregistrent une moyenne des précipitations supérieures à la moyenne de la période (1540,51mm) et 11 enregistrent des totaux annuels inférieurs pendant que la production varie au cours de la période considérée

(2000-2021). La production maximale s'observe au cours de la campagne de 2021 (2524 tonnes/ha). D'après ces analyses, la variation de la production du maïs est corrélée à la variation pluviométrique (retards et mauvaise répartition temporelle des pluies, départ précoce etc.). Il ressort que la production de maïs varie autant que les précipitations au cours de la période d'étude.

1.3.2.2. Influence des températures sur la production du maïs

L'assèchement et le flétrissement des cultures sont causés par la hausse des températures. La figure 26 montre l'influence des températures sur la production du maïs dans l'arrondissement de Ntui.

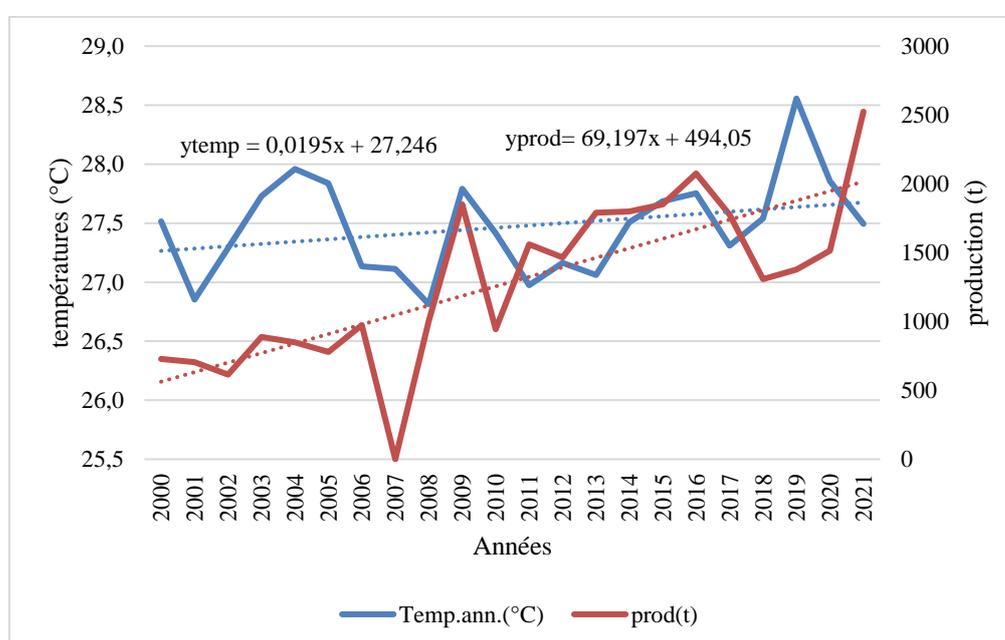


Figure 27 : Evolution des températures et de la production du maïs dans l'arrondissement de Ntui

La figure 26 présente le lien entre l'évolution des températures et celle de la production du maïs. Cette évolution est attestée par la pente des courbes évolutives des températures et de la production du maïs. Nous remarquons une hausse générale des températures et de la production du maïs. L'évolution des éléments corrélés se présente en dents de scie. Pendant que les températures augmentent, la production du maïs baisse. De même, on observe une augmentation de la production lorsque les températures baissent. Soulignons que cette évolution n'est pas uniforme sur les 21 années corrélées.

1.4. Rendements du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui

Le rendement est le rapport de la production obtenue par an et par unité de surface. Le tableau 30 présente les rendements extrêmes du cacao et maïs dans l'arrondissement de Ntui.

Tableau 30 : Rendements extrêmes en tonne à l'hectare(t/ha)

Plantes produites	Cacao		Maïs	
	Rdt(t/ha)	Années	Rdt(t/ha)	Années
Rdt élevé	0,98	2001	1,81	2021
Rdt faible	0,43	2019	0,73	2000

Le tableau 30, présente les rendements élevés et faibles de deux cultures (cacao, maïs). Les rendements varient d'une culture à une autre. Ainsi, les plus faibles rendements ont été enregistrés au cours des décennies 2000 (maïs) et 2019 (cacao). La campagne agricole de 2000 enregistre une pluviométrie supérieure à la moyenne avec une baisse drastique des rendements agricoles. Cette baisse de production s'expliquerait par des excès hydriques (inondations) qui aurait causées la destruction désastreuse des cultures. Le faible rendement enregistré au cours de la campagne agricole de 2019 pour le cacao, montre que cette spéculation est dépendante des précipitations. Les rendements les plus élevés soit 0,98t/ha et 1,81t/ha pour le maïs sont observés au cours de la campagne agricole de 2001 et 2021, mais ayant une pluviométrie supérieure à la moyenne générale. L'abondance des précipitations au cours des campagnes agricoles de 2001 et 2021 n'a pas constitué un obstacle au développement des plantes car leur distribution a créé une condition hydrique appréciable, notamment le nombre élevé des jours pluvieux et la longueur de la saison.

Ces résultats nous conduisent à dire que les rendements agricoles sont liés aux éléments du climat (précipitations et températures).

1.5. Test de corrélation entre les différentes variables agro climatiques

Cette relation a été établie à l'aide du test de Spearman. La matrice de corrélation de Spearman est effectuée pour déterminer la relation qui existe entre les variables climatiques (températures et précipitations) et agronomiques dans l'arrondissement de Ntui. A cet effet,

le tableau 31 montre la matrice de corrélation de Spearman entre les éléments du climat et la production à l'hectare des types de cultures.

Dans le cadre de ce travail, nous allons nous atteler à la corrélation entre les éléments du climat (les températures, les précipitations) et la production agricole (cacao et du maïs). Le test de corrélation de Spearman permet d'associer à l'hypothèse principale de notre étude, une hypothèse statistique ou une hypothèse nulle qui permet de déterminer le degré de significativité et, par là le seuil de confiance entre les différentes variables corrélées. Les résultats obtenus après le test admettent de façon générale une marge d'erreur de 5%. Cela signifie que le seuil de confiance est de 95% ce qui veut dire que l'hypothèse générale est acceptée et l'hypothèse nulle est réfutée. Les différentes corrélations effectuées entre les variables climatiques et la production des cultures étudiées nous ont aidé à ressortir le tableau 31 :

Tableau 31 : matrice de corrélation de Spearman entre les éléments du climat (températures et précipitations) et la production à l'hectare des types de cultures (cacao et maïs)

		Températures	Précipitations
Prodt (t) cacao	Coefficient de corrélation	0,286	-0,346
	Sig. (bilatérale)	0,259	0,303
	Nombre d'années	22	22
Prodt (maïs)	Coefficient de corrélation	0,322	-0,101
	Sig. (bilatérale)	0,328	0,723
	Nombre d'années	22	22

Tableau 32 : degré d'implication des éléments du climat sur la production à l'hectare du cacao et du maïs (coefficient de détermination entre la production et les variables climatiques) dans l'arrondissement de Ntui

Variables corrélées	Degré d'implication des températures (%)	Degré d'implication des précipitations (%)
	R= Coefficient de détermination (r^2)	
Production(t) du cacao	0,08	0,11
Production (t) du maïs	0,10	0,01

Le tableau 31 établit le degré de corrélation qui existe entre différentes variables agro climatiques. Il ressort de ce tableau que les températures et les précipitations influent respectivement à hauteur de 0,08% et 0,11% sur les rendements du cacao. Pendant que les températures influencent de l'ordre 0,10% sur les rendements du maïs, les précipitations quant à elles, s'impliquent de 0,01%.

Conclusion

Le chapitre 3 avait pour objectif de montrer l'influence des paramètres climatiques (températures et précipitations) sur la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui. D'après les analyses, l'hypothèse selon laquelle la dynamique du climat a une influence négative sur la production des cultures étudiées (cacao et maïs) a été confirmée. La perception des cultivateurs des impacts de la variabilité climatique sur la production du cacao et du maïs montre que les extrêmes climatiques majeurs présents dans l'arrondissement de Ntui sont les températures extrêmes ; les inondations ; les sécheresses ; le début tardif de la saison pluvieuse ; les vents violents et l'érosion. Les impacts de ces extrêmes sur la production du cacao et du maïs sont la destruction des cultures par l'érosion, les singes, les oiseaux granivores, les mauvaises herbes, la pourriture des cultures, l'assèchement des cultures, etc.

La matrice d'impact des extrêmes climatiques a été réalisée pour déterminer le degré d'impact de ces extrêmes sur les cultures étudiées dans l'arrondissement de Ntui. Il ressort que les aléas majeurs identifiés ont une probabilité d'occurrence très élevée et un degré d'impact très élevé sur les cultures (cacao et maïs).

L'étude de corrélation entre les paramètres climatiques (températures et précipitations) et la production du cacao et du maïs a montré qu'il existe un réel lien entre ces paramètres. L'influence de la variabilité climatique sur la production a été confirmée par les droites de régression.

Pour limiter les effets néfastes de la variabilité climatique sur la production du cacao et du maïs, il est important de développer des stratégies d'adaptation pour faire face à ce phénomène. C'est la raison pour laquelle le chapitre 4 portera sur les stratégies d'adaptation mises en œuvre par les agriculteurs pour minimiser les dégâts de la variabilité climatique sur les cultures afin de préserver la sécurité alimentaire.

CHAPITRE 4 : PERCEPTION DES PRODUCTEURS ET STRATEGIES D'ADAPTATION A LA VARIABILITE CLIMATIQUE

Introduction

Le chapitre 4 a pour objectif d'identifier et d'analyser les stratégies d'adaptations développées par les cultivateurs du cacao et du maïs pour faire face aux effets néfastes de la variabilité climatique. Pour atteindre cet objectif, l'analyse des données issues de l'enquête de terrain et de la documentation ont été mises à contribution. Pour ce faire, nous allons dans un premier temps mettre en évidence les perceptions des cultivateurs des impacts de la variabilité climatique sur la production du cacao et du maïs ; ensuite nous allons identifier et analyser les stratégies d'adaptation développées par les cultivateurs de l'arrondissement de Ntui. Ce chapitre nous permettra de comprendre les réactions des cultivateurs face aux perturbations climatiques dans notre zone d'étude.

1. Perception des cultivateurs de la variabilité climatique

La quasi-totalité des cultivateurs enquêtés (96%) a affirmé que les saisons des pluies sont de plus en plus perturbées actuellement au point qu'il leur arrive, au cours de certaines années, de ne pas pouvoir distinguer la fin de la grande saison du début de la petite saison des pluies. Cela étant, ils n'arrivent plus à faire les cultures de deuxième saison comme dans le passé. La grande saison des pluies qui démarrait en mars dans le passé, commence actuellement au plus tôt en avril, ont-ils tous affirmé. En effet, certains cultivateurs ont indiqué que la saison démarre actuellement en avril. Selon la majorité, c'est plutôt en mai mais d'autres affirment qu'elle commence en juin. Enfin, une minorité n'a pas pu indiquer quand la saison démarrait dans le passé (1%) et quand elle commence actuellement (13%).

La quasi-totalité des enquêtés (99%) a indiqué que les saisons deviennent de moins en moins pluvieuses et de plus en plus courtes tout en ajoutant (94%) qu'elles sont conjuguées à des séquences sèches de plus en plus longues.

Une minorité des cultivateurs (12%) a soutenu que quelques indicateurs de l'arrivée des pluies restent encore valables. Il s'agit des cris spéciaux des crapeaux, de l'arrivée dans le village de certains oiseaux ou des cris spéciaux de certains oiseaux. La fructification de certains arbres est également un des indicateurs cités par certains cultivateurs (8%). Une partie des enquêtés (46%) a reconnu qu'il y a d'autres indicateurs qui sont inutiles d'être cités puisqu'ils ne sont plus valables et d'autres (34%) n'en savent rien du tout. Dans

l'ensemble, les cultivateurs sont si bouleversés qu'ils ne croient en rien dans l'évolution des saisons.

Selon 94% des enquêtés, les journées sont de plus en plus chaudes pendant la saison sèche et 98% d'entre eux indique que les nuits sont de moins en moins froides au début de la saison sèche.

Pour ce qui concerne les vents, la majorité (95%) a affirmé qu'ils deviennent de plus en plus forts et violents notamment au début de la saison des pluies.

Nous pouvons retenir que les cultivateurs de l'arrondissement de Ntui ont une bonne perception de la variabilité climatique.

2. Identification des stratégies d'adaptation

Le monde paysan est confronté à d'énormes difficultés qui agissent directement ou indirectement sur son quotidien. Au nombre de celles-ci, nous pouvons énumérer les problèmes liés à la fertilité du sol, à la disponibilité de terres fertiles, à la lutte contre les ravageurs des cultures, à l'accès au crédit agricole, etc. A tous ces problèmes s'ajoutent ceux qu'engendrent la variabilité climatique et pour limiter les effets induits par celle-ci, les producteurs agricoles développent des stratégies. Les stratégies développées par ces derniers sont relatives aux problèmes liés à la variabilité climatique. Les stratégies d'adaptation développées par les populations locales de l'arrondissement de Ntui leur permettent de limiter les conséquences de la variabilité climatique sur la production du cacao et du maïs. Certaines stratégies sont dites endogènes c'est-à-dire développées par la communauté paysanne à partir de leurs savoirs locaux. D'autres sont dites exogènes c'est-à-dire développées par les structures d'intervention.

2.1. Stratégies d'adaptation endogènes

Il s'agit des stratégies d'adaptation développées par les producteurs du cacao et du maïs pour faire face aux bouleversements climatiques.

2.1.1. Stratégies d'adaptation contre les inondations

- Abandon de certaines parcelles ;

Les cultivateurs de l'arrondissement de Ntui abandonnent certaines parcelles pour limiter les effets néfastes de la variabilité climatique. En fait, lorsque la parcelle agricole est envahie par des eaux d'inondations, des mauvaises herbes ou dégradée par l'érosion, elle devient peu productive. Aussi, à force de mettre la parcelle en valeur chaque année, conjuguée avec les effets de la variabilité climatique, le sol agricole se dégrade et perd sa fertilité. Ainsi,

les cultivateurs trouvent judicieux d'abandonner ce type de parcelle que de prendre un risque inutile afin de garantir les rendements agricoles.

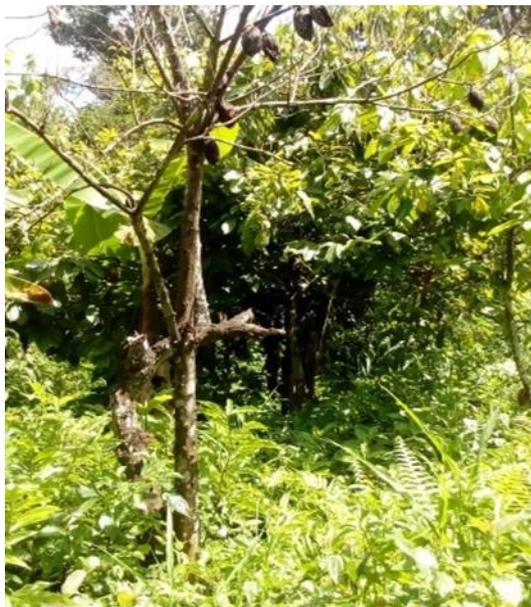


Photo 3 : Parcelle abandonnée
Source : auteur, 2023

- **Diguettes et cordons pierreux**

Utilisés dans la lutte contre l'érosion hydrique, les diguettes en terre ou en pierre (cordon pierreux) sont un dispositif antiérosif construit en pierre suivant les courbes à niveaux. Cette méthode diminue l'érosion des sols, étale l'eau, conserve l'eau dans les champs suite aux précipitations, favorisant ainsi une plus grande absorption de l'eau dans le sol. L'intervalle entre les diguettes est fonction de la pente, leur longueur est fonction de la largeur de la superficie à réhabiliter. Les ouvrages antiérosifs ne sont efficaces qu'à conditions que les techniques et les coûts de réalisation des ouvrages soient accessibles aux populations. Les cordons pierreux peuvent induire respectivement une augmentation des rendements de 60 % et 25 % par rapport à une parcelle sans aménagement selon INERA (2000), cité par K. Sanou et al (2018). L'effet de ces aménagements est particulièrement intéressant quand la pluviométrie est déficitaire, GIZ (2012), cité par K. Sanou et al (2018).

- **Construction des ponts ;**

La construction des ponts permet de lutter contre les eaux d'inondations et l'érosion dans l'arrondissement de Ntui. En effet, les fortes pluies occasionnent des inondations et accentuent l'érosion. Ces derniers entraînent à leur tour la destruction des cultures avec par

ricochet la baisse des rendements agricoles. La construction des ponts permet inéluctablement non seulement de canaliser les eaux d'inondation mais aussi de limiter l'érosion.

- **Usage des produits chimiques**

L'utilisation des produits chimiques jouent un rôle crucial dans la protection des plants de cacao pendant la saison des pluies. C'est le cas de certains fongicides à l'instar du Kala fongicide utilisé par les cultivateurs de l'arrondissement de Ntui. Ce produit chimique d'après les enquêtés, joue plusieurs rôles à savoir : la prévention des maladies fongiques telles que la pourriture brune, en éliminant les spores fongiques avant qu'elles n'infectent les plants. Les fongicides jouent également un rôle dans la réduction de la propagation. En saison de pluie, les conditions humides favorisent la propagation rapide des maladies fongiques. Les fongicides limitent cette propagation en tuant les agents pathogènes. Ils contribuent aussi dans l'amélioration de la santé des plants. Des plants en bonne santé sont plus résistants aux infections et aux stress environnementaux. Les fongicides contribuent à maintenir cette santé en réduisant la charge pathogène. En fin, les fongicides jouent un rôle dans la préservation de la rentabilité. En limitant les pertes dues aux maladies, les fongicides aident les producteurs de cacao à maintenir une production rentable. Par ailleurs, il est important de souligner que l'utilisation des fongicides doit être équilibrée et suivre les bonnes pratiques agricoles pour éviter les effets négatifs sur l'environnement et la santé humaine.

2.1.2. Stratégies d'adaptation contre les températures extrêmes

- **Usage des produits chimiques ;**

Face aux effets pervers de la variabilité climatique, les cultivateurs utilisent des produits chimiques tels le Glycot, ONEX Super, KALA Fongicide, Sam-Sam, pour lutter contre les insectes, les chenilles, les maladies de cultures, les mauvaises herbes, etc. et prévenir la pourriture des cultures.



A : Glycot



B : ONEX Super



C : KALA Fongicide



D : Sam-Sam

Planche 4 : Produits chimiques

Le **A** est un herbicide pour tuer les mauvaises herbes rebelles dans la plantation et les champs. Le **B** est un insecticide, qui permet de lutter contre la capsidie causée par les insectes. Le **C** est un fongicide, utilisé pour lutter contre la pourriture brune du cacaoyer et d'autres maladies connexes. Le **D**, est un engrais soluble utilisé pour améliorer la floraison.

- Surveillance des cultures,

La surveillance des parcelles est une technique traditionnelle pratiquée par les cultivateurs de l'arrondissement de Ntui pour lutter contre les animaux sauvages, les animaux granivores qui détruisent sans cesse les cultures du cacao et du maïs. Pendant la période de maturation des cultures, les oiseaux granivores et les animaux sauvages viennent détruire les cultures pour combler leur besoin en eau. Ce phénomène est accentué lorsque la sécheresse s'installe ou encore lorsque les températures sont extrêmes. Ces deux derniers permettent l'assèchement des cours d'eau et la ressource devient par conséquent rare pour les oiseaux et les animaux sauvages. Pour combler ce besoin, ils détruisent les cultures qui contiennent un peu d'humidité.

2.1.3. Stratégies d'adaptation contre démarrage tardif des pluies

- Dispersion de la date de semis ;

La pratique à laquelle les cultivateurs font recours dans la gestion des risques pluviométriques est le semis des cultures à des dates différentes. Celle-ci intervient le plus souvent quand il y'a des difficultés d'installation de la saison pluvieuse. Elle est développée par 57 % des cultivateurs et est appelée « semis échelonnées ». Elle consiste à semer la même culture sur deux parcelles différentes ou même sur une seule parcelle à des dates différentes, ceci en espérant que le rythme pluviométrique correspondrait aux phases de croissance d'une au moins des cultures par rapport à leur date de semis. Cette technique répond aussi à un autre objectif : minimiser le risque de fluctuation des prix des produits sur le marché. Pour pallier au problème de sécheresse en début de saison agricole et s'adapter à la persistance des faux départs de saison de culture, les cultivateurs pratiquent des semis dans la plupart des cas. Ainsi, le calendrier agricole classique est en pleine phase d'abandon du fait des fortes variabilités temporelles de la pluviométrie. Ce résultat d'abandon du calendrier agricole empirique confirme les travaux de Ogouwalé (2006) au Bénin qui avait rapporté les propos d'un quadragénaire : « le calendrier agricole paysan, depuis une vingtaine d'année, se comporte comme la monnaie nigériane : le naira ».

Par ailleurs, les semis répétés sont une autre stratégie mise en œuvre par les populations paysannes dans le cadre d'une adaptation des activités agricoles aux péjorations pluviométriques. Cette stratégie consiste à semer plusieurs fois la même variété culturale sur les mêmes parcelles au cours de la même saison culturale. En effet, lorsque les précipitations connaissent un début tardif ou un arrêt en phase de croissance, ces cultures jaunissent et sèchent surtout lorsque la rupture des pluies se prolonge. A la reprise normale des pluies, le cultivateur procède au "ressémi" qui consiste à un remplacement des plants fanés par d'autres semences.

Les semis répétés permettent de faire face aux péjorations pluviométriques. Cette réponse adaptative consiste à semer plusieurs fois la même variété de culture sur les mêmes parcelles au cours de la même saison culturale. En effet, lorsque les précipitations connaissent un début tardif ou un arrêt en phase de croissance, les cultures jaunissent et sèchent surtout lorsque la poche de sécheresse ou la rupture des pluies est prolongée. A la reprise normale des pluies, le producteur procède au "resemis". Ce resemis consiste à un remplacement des plants fanés ou "grillés" par d'autres semences. Cette pratique est souvent observée pour les cultures de maïs.

- Usage des variétés améliorées

Les producteurs de l'arrondissement de Ntui ont continuellement modifié les systèmes culturaux de base en adoptant par exemple de nouvelles variétés de culture dans le but de répondre au contexte climatique actuel. En conséquence, certaines variétés de cultures héritées dites traditionnelles, qui pour l'essentiel ont un cycle long, sont en cours d'abandon. Selon 60% des producteurs enquêtés, l'abandon des variétés traditionnelles de maïs ou d'arachide est dû aux péjorations pluviométriques enregistrées ces vingt (20) dernières années. En effet, ces variétés de maïs (maïs blanc) et d'arachide ont un cycle long et sont exigeants en eau et à une bonne répartition des pluies. Le maïs blanc local a un cycle de quatre (04) mois. Les producteurs qui continuent de s'attacher à ces variétés de cultures, procèdent à leurs semis dès les premières pluies. Ces variétés de cultures dites traditionnelles ont été remplacées par les variétés de culture à cycle court et à haut rendement (maïs jaune hybride). La compatibilité entre les exigences en eau et en température de ces nouvelles variétés de cultures, et les nouvelles conditions écologiques résultant de la dynamique du climat sont les motifs qui fondent leur adoption selon 87% des producteurs enquêtés.



Photo 4 : Variété améliorée de Maïs (CMS 8704)

- Pratique d'autres cultures et augmentation des emblavures

Les résultats des enquêtes ont montré que 90% des cultivateurs pratiquent d'autres cultures tels que l'arachide, l'igname e le manioc, etc. Ceci est lié à un souci de préservation de la sécurité alimentaire et nutritionnelle du ménage. En effet, les cultivateurs sont dans une politique de multiplication de chances de garantir un minimum de récolte en fin de saison.

La culture de l'igname et du manioc est très élevée. 95% des enquêtés affirment cultiver l'igname et le manioc. Ces cultures constituent véritablement des cultures vivrières, car elles alimentent la population de l'arrondissement de Ntui et les villes périphériques à savoir Yaoundé et Mbalmayo.

Un autre type d'adaptation est l'augmentation des emblavures (terrains ensemencés). Cette technique permet de maximiser la production car en augmentant la surface cultivable, il est probable d'avoir une production élevée. L'augmentation des emblavures a été et continue d'être une stratégie développée par les populations paysannes de l'arrondissement de Ntui. Pour 64 % des agriculteurs, l'accroissement des emblavures par culture est un moyen pour maintenir à un niveau acceptable la production agricole annuelle en dépit de la baisse des rendements. Cette réaction adaptative paysanne est confirmée par les statistiques sur les emblavures concernant cette zone en ce que les superficies ont effectivement et régulièrement connu une augmentation par an pour les principales cultures (chapitre 1). De ce fait, les paysans ouvrent facilement d'autres champs et pratiquent les cultures sur des vastes superficies. Du fait de l'extension des surfaces cultivées, on observe partout une diminution de la réserve en terres (jachères de longue durée). Parallèlement, les surfaces des jachères, même de courte durée, se restreignent et sont de plus en plus cantonnées aux terrains les moins fertiles. Leur durée est raccourcie et compromet ainsi leur rôle de régénération de la fertilité, d'autant plus que la production de la biomasse est limitée par le manque d'eau. Certains agriculteurs ont progressivement mis en culture des terres marginales peu fertiles (faible profondeur de sol) et y obtiennent des rendements médiocres.

- **Usage des intrants chimiques**

Pour la totalité des enquêtés de la zone d'étude, il est difficile de tirer une production acceptable des champs de maïs sans l'utilisation des engrais agricoles. La variabilité climatique et en particulier les péjorations pluviométriques constituent un effet additif aux problèmes de baisse de fertilité qui se posent au monde paysan. Et pour permettre aux plants de maïs de boucler leur cycle végétatif avant l'interruption des pluies, il faut apporter de l'urée. L'urée est utilisée pour la fertilisation des plants afin de faciliter sa croissance et d'en tirer une récolte acceptable avant l'interruption des pluies. Cette mesure est utilisée par les producteurs de l'arrondissement de Ntui.

Compte tenu des modifications du calendrier agricole qu'ont induit les perturbations climatiques et de l'extension des superficies, les producteurs agricoles utilisent beaucoup d'herbicides "super killer" pour faciliter le désherbage et le nettoyage des champs de maïs et du cacao. C'est surtout une stratégie développée par les producteurs pour se décharger des mauvaises herbes.

Les engrais chimiques, ou engrais minéraux, sont des fertilisants qui sont déversés sur les cultures le plus souvent par épandage. Ils sont destinés à améliorer la quantité et la qualité des rendements agricoles. Ils ont pour vocation d'apporter des éléments nutritifs aux végétaux, plantations ou cultures céréalières. Ils comblent des carences, accélèrent ou stimulent les croissances dans le but final d'accroître fortement les rendements quantitatifs ou qualitatifs de ces cultures. Les cultivateurs de notre zone d'étude affirment avoir utilisé l'engrais chimique en réponse aux sécheresses et aux déficits pluviométriques afin d'accroître la productivité. Les types d'engrais chimiques utilisés par les Exploitants Agricoles (EA) sont : le NPKS13 (Azote, Phosphore, Potassium et Souffre) et le NPK (Azote, Phosphore et Potassium). La pauvreté des terres agricoles a rendu l'utilisation des fertilisants des minéraux indispensables à la production. Sans ces fertilisants il est difficile aux producteurs d'atteindre un rendement convenable (K. Sanou et al, 2018).

- **Semis précoces sans labour**

Les « semis précoces sans labour » sont une stratégie développée par les producteurs moins équipés ; il s'agit des producteurs n'ayant pas les moyens de production moderne. Elle consiste à semer sur des parcelles nettoyées, mais non labourées et dont les anciens sillons sont utilisés. Pour tirer profit des premières pluies, les producteurs moins équipés font des semis précoces à travers des poquets. Cette situation s'explique par le fait que les petits producteurs, n'ayant pas des moyens de productions sophistiqués doivent recourir au service des producteurs qui en disposent. Ceux-ci étant aussi dépendants du climat, cherchent à installer leur culture avant d'orienter leurs services vers ceux qui en ont besoin. Ce constat fait par les petits producteurs, les a poussés à semer (pour les semis précoces) en suivant les sillons de la campagne agricole passée. Notons que, cela leur demande de bien nettoyer leur parcelle pendant la sécheresse.

L'inconvénient de cette pratique agricole est qu'on ne saurait le faire sur deux campagnes successives ; les producteurs eux-mêmes en sont conscients et effectuent un labour la campagne suivante.

- **Abandon progressif du calendrier agricole empirique**

L'un des héritages du monde paysan de l'arrondissement d'étude est le calendrier agricole. Ce calendrier a résulté de la perception et des conditions climatiques qu'ont bénéficié les générations paysannes précédentes. Il était respecté et rigoureusement suivi par les paysans pendant plusieurs années. Mais les poches de sécheresses répétées, les arrêts précoces des pluies et la fréquence de la mauvaise répartition des pluies ont rendu difficile le respect du calendrier. Selon 95% des producteurs enquêtés, ce calendrier agricole n'est plus en phase avec les réalités climatiques actuelles.

- **Association des cultures**

L'association de cultures consiste à mettre en valeur plusieurs types de cultures sur une même parcelle (maïs et pistache). Cette méthode permet aux cultivateurs de maximiser la production, d'atténuer l'effet d'un stress hydrique en cours de cycle grâce aux possibilités de compensation entre les espèces associées sur la même parcelle.



Photo 5 : association maïs-pistache

Source : auteur, 2023

- **Mise en valeur des bas-fonds et des berges des cours d'eau**

Les bas-fonds et les berges des cours d'eau n'étaient pas trop exploités par les producteurs agricoles dans un passé récent. Les raisons qui sous-tendaient ce constat portaient essentiellement sur les difficultés à exploiter cet écosystème. Mais, ces vingt (20) dernières années, dans l'arrondissement de Ntui, nombreux sont les producteurs agricoles qui exploitent cet agrosystème pour la culture du maïs, du manioc, du macabo, etc. Selon 50% des producteurs enquêtés, la forte exploitation des bas-fonds et des berges des cours d'eau s'explique par la baisse de rendements des cultures à cause de la baisse de la pluviométrie. L'analyse des informations fait dégager deux raisons qui semblent orienter la forte occupation de cet agrosystème par les producteurs. Il y a d'une part, la présence prolongée d'eau dans ces agrosystèmes et d'autre part leur fertilité. Cette forte tendance à occuper les berges des cours d'eau amène les producteurs à étendre leur superficie pour la production du maïs.

2.1.4. Stratégies d'adaptation contre les sécheresses

- **Inspection régulière des parcelles ;**

L'inspection régulière des plantations est pratiquée par les cultivateurs de l'arrondissement de Ntui pour détecter rapidement les symptômes de maladies et nuisibles. Cette pratique s'exerce d'après les enquêtés 2 fois par semaine.

- **Recours à des méthodes techniques**

Le recours à des méthodes techniques telles que tailler, boucher les trous avec les tiges, enlever manuellement les insectes, les cabosses de cacao atteints par la pourriture brune ou la capsid, les tiges de maïs attaquées par les chenilles, etc., consiste à prévenir l'apparition et/ou lutter contre les nuisibles. Ces méthodes ont l'avantage d'être peu coûteux et facile à pratiquer. Notons que la majorité (92%) des enquêtés pratiquent ces méthodes parce qu'ils ne reçoivent pas d'aide du Gouvernement et des ONG pour minimiser les dégâts des aléas climatiques étudiées dans ce travail sur les cultures.

- **Développement du maraîchage**

Le maraîchage est développé par les cultivateurs de l'arrondissement de Ntui aux bords du fleuve Sanaga et d'autres cours d'eau comme Ossombé. Il constitue une option d'adaptation des cultivateurs aux effets de la variabilité climatique. Les spéculations maraîchères dans cet arrondissement sont constituées de la tomate, du gombo, du piment, des légumes, etc. Tout ceci procure à la population un revenu substantiel et constitue une source d'alimentation non négligeable.



A : Gombo



B : Pastèque



C : Piment



D : Tomate



E : Légumes

Photo 1 : Cultures maraichères dans l'arrondissement de Ntui

Source : auteur, 2023

- **Le paillage**

Le paillage consiste à laisser sur le champ des herbes après le défrichage. Cette option d'adaptation est pratiquée par la population de l'arrondissement de Ntui. La technique de paillage permet de conserver l'humidité du sol en réduisant l'évapotranspiration, ce qui peut diminuer la fréquence d'arrosage nécessaire. Le paillage permet aussi d'améliorer la structure du sol. En se décomposant, le paillis organique ajoute de la matière au sol, améliorant ainsi sa structure et sa fertilité. Cette méthode permet aussi de réguler la température du sol, en la maintenant stable et en gardant le sol plus frais en été et plus chaud en hiver. Dans notre zone d'étude, cette pratique est très avantageuse pour la culture de l'igname car, elle est cultivée en saison sèche. Dans les jeunes plantations cacaoyères après entretien, les cultivateurs paillent afin de conserver l'humidité et protéger les jeunes plants au stress hydrique.

2.1.5. Stratégies d'adaptation contre les vents violents

- **Utilisation de barrières végétatives contre les vents violents**

La haie est une clôture d'arbustes alignés qui marque la limite entre deux parcelles et entre deux propriétés. Elle protège les champs contre les vents violents. Cette technique permet d'accroître la fertilité des terres cultivables. Il s'agit de la plantation en quinconce d'espèces ligneuses (arbustes rustiques) autour des exploitations pour empêcher la cassure des cultures par les vents violents. Cette technique permet de protéger les champs et de renforcer les objectifs de lutte contre la déforestation. Elle permet la compartimentation de l'aire agricole comme les parties se situant de part et d'autre de la haie.

2.2. Stratégies exogènes d'adaptation

Il s'agit des stratégies d'adaptation développées par le gouvernement, les administrations locales, les Organisations Internationales, les Organisations Non Gouvernementales, etc. pour accompagner les producteurs à minimiser les effets pervers des perturbations climatiques sur la production du cacao et du maïs.

Les stratégies exogènes sont limitées et peu présentes dans l'arrondissement de Ntui. Les ONG et les Organisations Internationales sont quasiment absentes dans la zone d'étude. Le principal acteur qui y intervient est le Gouvernement à travers les administrations nationales et locales telles que le MINADER, l'IRAD de Ntui et l'Observatoire National sur les Changements Climatiques (ONACC).

L'IRAD est une institution spécialisée dans la recherche et le développement agricole. En effet, l'IRAD fournit à la population locale des engrais chimiques, les produits phytosanitaires, des semences améliorées, des équipements de production modernes, etc. Ces éléments permettent aux producteurs de juguler les effets négatifs des perturbations climatiques tels que le raccourcissement de la saison pluvieuse, la baisse de la quantité des précipitations, les maladies de cultures, la sécheresse, etc.

L'ONACC est un établissement parapublic à caractère scientifique et technique. Il a pour mission de suivre et d'évaluer les impacts socio-économiques et environnementaux des changements climatiques et de proposer des mesures de prévention, d'atténuation et/ou d'adaptation aux effets néfastes et risques liés à ces changements. Ainsi, dans le souci de réduire les impacts des perturbations climatiques sur la production agricole, l'ONACC produit des bulletins décennaires, des bulletins saisonniers, des calendriers agricoles (chaque année), des profils climatiques des différentes régions. Ces documents permettent aux agriculteurs d'améliorer leurs connaissances sur les mécanismes des perturbations climatiques et de leurs impacts sur la production agricole ; de mettre à disposition des paysans les informations climatiques, de s'adapter efficacement aux effets des perturbations climatiques, de vulgariser l'information sur les risques dus aux impacts de la variabilité climatique et de promouvoir les mesures d'adaptation nécessaire. Les informations climatiques (bulletins décennaires, bulletins saisonniers, calendriers agricoles et profils climatiques) aident les producteurs à planifier leurs activités agricoles face aux perturbations climatiques et par conséquent d'accroître les rendements agricoles.

3. Interrelation entre perceptions, savoirs locaux et stratégies d'adaptation

3.1. Interrelation entre perceptions et savoirs locaux

Le monde paysan a un lien étroit avec son milieu et sa dépendance vis-à-vis du climat et le résultat de la connaissance parfaite de l'évolution des paramètres climatiques. Il est à l'écoute permanente de la nature et acquiert des savoirs qui lui sont endogènes. L'analyse des perceptions des perturbations climatiques vécues se fera sous deux axes principaux. Il s'agit des perceptions collectives et individuelles.

Pour l'ensemble de la communauté paysanne de l'arrondissement de Ntui, les perturbations climatiques, ces trente (30) dernières années se manifestent surtout par le retard dans le démarrage de la saison pluvieuse, le raccourcissement de la saison pluvieuse, les poches

de sécheresse au cours de la saison pluvieuse, l'arrêt précoce des pluies, l'occurrence de la violence des vents et la chaleur excessive. Ces perceptions de la variabilité climatique épousent une certaine unanimité au sein du monde paysan. Elles sont donc communes à l'ensemble de la communauté paysanne de l'arrondissement de Ntui car les effets étant ressentis par toute la communauté.

Toutefois, s'il est vrai que les manifestations physiques des perturbations climatiques sont vécues par toute la population, il n'en demeure pas moins vrai que le degré auquel chaque producteur ou groupe de producteurs varie. De ce fait, certaines perceptions sont subjectives et répondent aux contraintes auxquelles est exposé chaque producteur d'une même communauté villageoise. La diversité des perceptions s'identifie aux catégories de producteurs qui appartiennent soit au même tissu social ou soit partagent les mêmes réalités socio-économiques ou encore exploitent la même unité de paysage du terroir du village. A titre d'exemple, les producteurs qui ont leurs exploitations en bas de pente évoquent beaucoup plus comme perturbations climatiques, la concentration des pluies en une courte durée, ce qui induit les inondations des champs dans cette unité de paysage. Par contre, les producteurs dont les exploitations sont en haut de pente en milieu de pente accentuent leurs perceptions de la variabilité climatique vécue sur la baisse pluviométrique et l'existence de poches de sécheresse plus nombreuses au cours de la saison agricole. Cependant, au cours de la même saison, c'est la même hauteur d'eau qui tombe pour tout l'arrondissement et donc quel que soit l'unité de paysage exploitée. La disponibilité de l'eau après les pluies dans chacune des unités de paysage est le facteur qui influe sur les perceptions des producteurs suite aux changements observés sur les précipitations.

Les perceptions des bouleversements climatiques vécus par les producteurs ne sont que leur expression de la comparaison des récoltes tirées des campagnes agricoles à celles actuelles ou de la comparaison du déroulement du climat passé à celui actuel. Les producteurs ne disposent pas d'instrument de mesure des paramètres climatiques, mais leur contact permanent avec le milieu leur fournit des indicateurs qualitatifs de l'évolution du climat. Par exemple l'inadéquation du calendrier agricole empirique au contexte climatique actuel, l'insuffisance de pluies pour la croissance à terme des variétés traditionnelles de maïs, l'augmentation des dégâts matériels causés par les vents, la chaleur sous l'ombrage des arbres, sont entre autres des indicateurs qualitatifs qui, aux dires des producteurs témoignent de l'évolution du climat. Une

telle comparaison implique une connaissance parfaite du climat dont les producteurs agricoles dépendent dans l'exercice de leurs activités agricoles.

Les perceptions des changements climatiques vécus par les producteurs ont pour source les savoirs endogènes emmagasinés sur la base des expériences vécues dans le domaine du climat. Ces savoirs locaux ou endogènes ne sont pas figés, ils évoluent ou sont modifiés sur la base des perceptions des changements climatiques que vivent les producteurs. De nouvelles connaissances viennent renforcer celles existantes ou les modifient complètement. En d'autres termes les savoirs endogènes sont évolutifs au regard des mutations qui interviennent dans le milieu.

3.2. Interrelation entre perceptions, savoirs locaux et stratégies d'adaptation

Au regard des innombrables conséquences que ces perturbations climatiques ont sur le milieu et leur quotidien, les producteurs agricoles ont développé des stratégies d'adaptation qui ont consistées à limiter les dégâts ou à contourner les effets de ces perturbations climatiques. Ces stratégies d'adaptation dépendent des catégories des producteurs et du lieu d'implantation des exploitations agricoles sur le terroir de l'arrondissement. En effet, les moyens financiers et les équipements agricoles dont disposent le producteur déterminent le type de stratégies développées, en d'autres termes, aux vues de ses atouts en capital et du degré d'affectation de ses moyens d'existence, le producteur développe des mesures pour améliorer son bien-être et celui de sa famille. A titre illustratif, les producteurs dont les exploitations sont situées en haut de pente du terroir ressentent différemment les effets liés aux insuffisances des pluies sur les cultures par rapport aux producteurs dont les exploitations sont situées en bas de pente. Et aux vues des contraintes que leur pose les perturbations climatiques, les producteurs prennent des mesures.

Les stratégies d'adaptation développées par les producteurs ne sont que l'exploitation des savoirs endogènes capitalisés avec le temps au contact de l'environnement, mais aussi l'utilisation des savoirs exogènes.

L'analyse de la relation entre les savoirs endogènes ou locaux et les stratégies d'adaptation est abordée en partant des stratégies d'adaptation développées par les producteurs agricoles.

Les « semis échelonnés » et les « semis précoces sans labour » comme stratégies d'adaptation aux péjorations pluviométriques sont les résultats de la capitalisation des échecs connus par les producteurs dans l'exercice de leurs activités agricoles, et la capitalisation de nouveaux savoirs au regard de l'évolution du climat. Pour les producteurs, échelonner les semis permettrait d'augmenter les chances d'obtenir une production acceptable en cas de perturbations climatiques. Cette mesure est développée par les producteurs indépendamment des unités de paysage exploitées.

Les producteurs de la zone d'étude ont hérité d'un calendrier agricole empirique. Ce calendrier a résulté de la perception et de la vision qu'ont eu les générations précédentes des conditions climatiques de leur époque. Il était respecté et rigoureusement suivi par les paysans pendant plusieurs années. Ce fut alors le plus précieux héritage du monde paysan. Mais les sécheresses récurrentes et la mauvaise répartition des pluies ont rendu difficile ce calendrier agricole et du coup les ont emmenés à une modification dudit calendrier. Les connaissances emmagasinées dans le passé en terme du déroulement des opérations culturales ont été remises en cause au regard des réalités climatiques actuelles.

Toutes les stratégies développées par les producteurs agricoles ne sont pas puisées uniquement des savoirs endogènes, certaines résultent de l'exploitation des savoirs exogènes qui sont appris par les structures intervenant dans le milieu. Le contact avec les structures d'intervention telles que l'IRAD et les ONG qui leur viennent en appui dans la résolution des problèmes liés à l'exercice de leurs activités agricoles, leur fait acquérir des savoirs qu'ils intériorisent et en font une nouvelle propriété ou qu'ils modifient pour des usages éventuels.

En conclusion, les stratégies d'adaptation développées par les populations pour réduire les effets des changements climatiques ont un fondement, tiennent compte de leurs perceptions et ont pour source les savoirs locaux et exogènes.

4. Suggestions

- Les cultivateurs doivent tenir compte des informations climatiques produites par l'ONACC dans leurs activités, basées non seulement sur la variabilité du climat passé mais aussi celles des prévisions ;
- Promouvoir la formation des cultivateurs, de leurs organisations socioprofessionnelles et des vulgarisations agricoles ;

- L'abandon de l'utilisation des produits chimiques tels que l'herbicides dans les plantations cacaoyères, ils occasionnent les carences en éléments nutritifs ;
- L'usage des variétés améliorées de cacao T60/887, IMC 67 et des variétés améliorées de maïs telles que le CMS 9015, CMS 8704 (90jours) ;
- Le développement accentué des cultures maraîchères pour faire face au faible rendement agricole lié aux effets de la variabilité climatique ;
- L'abandon des techniques agricoles, qui contribuent à la variabilité climatique telles que la culture sur brûlis au détriment des techniques telles que le labour.

Conclusion

Le chapitre 4 avait pour objectif d'identifier et d'analyser les stratégies d'adaptation de la production du cacao et du maïs à la variabilité climatique. Il ressort de l'analyse de la perception des cultivateurs de la variabilité climatique que cette dernière existe dans l'arrondissement de Ntui. Les cultivateurs ont affirmé un retard de l'arrivée des pluies et un décalage du début de la saison pluvieuse. Ils ont également perçu des saisons de moins en moins pluvieuses et de plus en plus courtes. Certains enquêtés ont perçu des journées de plus en plus chaudes pendant la saison sèche et certains d'entre eux indiquent que les nuits sont de moins en moins froides au début de la saison sèche. Les cultivateurs affirment avoir vécu des vents de plus en plus forts et violents notamment au début de la saison des pluies.

L'analyse des stratégies d'adaptation ont montré que les cultivateurs réagissent à la variabilité climatique pour favoriser la production et préserver la sécurité alimentaire. Les stratégies développées sont : abandon de certaines parcelles ; construction des diguettes et cordons pierreux, construction des ponts ; usage des produits chimiques ; surveillance des cultures ; dispersion de la date de semi et usage des variétés améliorées, pratique d'autres cultures et augmentation des emblavures ; usage des engrais chimiques ; inspection régulière des vergers pour détecter rapidement les symptômes de maladies et nuisibles ; recours à des méthodes mécaniques (taille, boucher les trous avec les tiges, enlèvement manuel d'insectes, de feuilles, de fruits attaqués) pour prévenir l'apparition et/ou lutter contre les nuisibles etc.

CONCLUSION GENERALE

Notre thème de recherche avait pour objectif d'analyser l'impact de la variabilité climatique sur la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui. Pour atteindre cet objectif, nous avons dans un premier temps déterminé les facteurs physiques et socioéconomiques de la production du cacao et du maïs. Deuxièmement, nous avons analysé la dynamique du climat dans notre zone d'étude en se focalisant sur l'analyse de l'évolution des moyennes mensuelles, annuelles et interannuelles des paramètres climatiques (température et précipitation). Troisièmement, nous avons évalué l'impact de la variabilité climatique sur les cultures (cacao et maïs). Pour se faire, la détermination de la matrice d'impact et la matrice de vulnérabilité nous a permis de connaître le degré d'impact des conditions climatiques extrêmes sur la production du cacao et du maïs. De plus, nous avons établi le rapport entre les éléments du climat (température et précipitation) et la production des cultures étudiées. Dans un quatrième temps, nous avons identifié et analysé les stratégies d'adaptation mises en place par les cultivateurs en réponse aux effets néfastes de la variabilité climatique.

Dans un premier temps, les résultats obtenus montrent que l'arrondissement de Ntui est un milieu géographique, relativement homogène et favorable au développement de la culture du cacao et du maïs. L'analyse des caractères édaphiques, à travers l'étude succincte du relief, des ressources pédologiques, hydriques et des formations végétales, a permis de mettre en évidence les caractéristiques du milieu naturel. Ces différents éléments géographiques, par leur nature et leur évolution sont très liés les uns aux autres et entretiennent des rapports très étroits avec le climat. L'analyse de la production du cacao et du maïs montre que ces deux cultures varient en fonction de la superficie d'une part et du climat d'autre part. Cette analyse indique aussi la production du cacao et du maïs a une tendance à la baisse.

Les résultats obtenus de l'analyse de la dynamique du climat montrent que cette dernière se caractérise par une diminution des pluies pendant la décennie de (2013-2021) ; la hausse des températures ; la baisse de la hauteur des pluies ; les températures extrêmes ; les inondations ; les vents violents etc. Les analyses effectuées dans ce travail, ont montré que les précipitations ont une tendance à la baisse tandis que les températures augmentent durant la période d'étude (1982-2021). Cette dynamique constatée depuis quelques décennies se traduit par la rareté des pluies ; les vents violents ; la dégradation de l'environnement ; le début tardif de la saison

pluvieuse, l'érosion ; la sécheresse ; etc. L'ensemble de ces problèmes associés à la variabilité climatique influence le développement des cultures (cacao et maïs).

Il ressort de l'analyse de la perception des cultivateurs des impacts de la variabilité climatique sur la production du cacao et du maïs que les extrêmes climatiques majeurs identifiés dans l'arrondissement de Ntui sont les températures extrêmes ; les inondations ; les sécheresses ; le début tardif de la saison pluvieuse et les vents violents. Les impacts de ces extrêmes sur la production du cacao et du maïs sont la destruction des cultures par l'érosion, les singes, les oiseaux granivores, les mauvaises herbes, la pourriture des cultures ; l'assèchement des cultures, etc. L'étude de corrélation entre les paramètres climatiques (températures et précipitations) et la production du cacao et du maïs a montré qu'il existe un réel lien entre ces paramètres. L'influence de la variabilité climatique sur la production a été confirmée par les droites de régression.

L'analyse des stratégies d'adaptation a montré que les cultivateurs réagissent à la variabilité climatique pour favoriser la production et préserver la sécurité alimentaire. Les stratégies développées sont : abandon de certaines parcelles ; construction des diguettes et cordons pierreux, construction des ponts ; usage des produits chimiques ; surveillance des cultures ; dispersion de la date de semi et usage des variétés améliorées, pratique d'autres cultures et augmentation des emblavures ; usage des engrais chimiques ; inspection régulière des vergers pour détecter rapidement les symptômes de maladies et nuisibles ; recours à des méthodes mécaniques (taille, boucher les trous avec les tiges, enlèvement manuel d'insectes, de feuilles, tiges attaquées, de fruits attaqués) pour prévenir l'apparition et/ou lutter contre les nuisibles etc.

**REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES**

1. **Afouda, F.** (1990). *L'eau et les cultures dans le Benin Central et Septentrional : Etude de la variabilité climatique des bilans de l'eau dans leurs relations avec le milieu de la savane Africaine*. Thèse de doctorat. Paris IV-Sorbonne, 428p
2. **Andrew, D., Mendez, G., Hadley, P., et Bastide, P.** (2022). *Un guide mondial sur les systèmes de culture du cacao*, 17p.
3. **Allaïssem S.**, (2015). *Vulnérabilité et adaptation des activités agropastorales à la variabilité climatique dans la région du Mandoul au Tchad*. Thèse de doctorat, Université de Yaoundé I, 400p.
4. **Amougou, J., Batha, R., Kadjo, F., Tchana, C., Tankie, Q. et Wirsiy, D.** (2021). Impacts de la dynamique des paramètres climatiques sur la production des cultures saisonnières (Mais, Haricot et Arachides) dans les Arrondissements de Nkongsamba (1983 A 2016), *Révue de l'Espace Géographique et l'Espace Marocaine*, n° 50, 19p.
5. **Amougou, J., Abossolo, A., et Batha, R.** (2013). Dynamique du climat et impacts sur la production du maïs dans la région de l'ouest du Cameroun, *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 21&22 (2013) 209-234 pp.
6. **Anonyme.** (2006). *Memento de l'Agronome*. CIRAD-CRET, France : 1635 p.
7. **Batha, R.** (2013). *Analyse de l'impact des conditions climatiques sur la production du maïs dans deux agrosystèmes à pluviométrie monomodale : Etude comparative entre les départements de la Bénoué et du Wouri au Cameroun*. Mémoire de Master en géographie, Université de Yaoundé I, 150p.
8. **Bates, J., Pettit, E., Dodge, K., Enneth, A., et Ridge, B.** (1998). Interaction of temperamental resistance to control and restrictive parenting in the development of externalizing behavior, 34 (5), 982-995.
9. **Boko.** (1988). *Climats et communautés rurales au Bénin : rythmes climatiques et rythmes du développement*. Thèse de Doctorat d'Etat. Tome 2, CRC, URA 909 CNRS, Université de Bourgogne, Dijon, 601 p.
10. **Boko, B.** (2022). *Implication du système agroforestier à cacaoyers pour la conservation de la diversité des ligneux et le stockage de carbone (Centre-Ouest, côte d'ivoire, dans le département de Daloa*. 143p.

11. **Brétaudeau, A. (2010).** Agriculture et climat : les paysans au cœur de l'action, *Grain de sel*, numéro 49, 3p.
12. **Brétaudeau, (2010).** Quelle perception de la variabilité climatique par les agriculteurs et les éleveurs ? *Grain de sel*, numéro 49, 12p.
13. **Burle, L. (1961).** *Le cacaoyer tome premier*. Paris, France, Editions larose, 316p
14. **Delclaux, (2008).** *Rapport de la mission effectuée dans la plaine du Logone au Nord-Cameroun d'Octobre à Décembre*, rapport technique, UICN, Paris, 23p.
15. **Donald F. (2004).** Biodiversity impact of some agricultural commodity production system. *Conservation Biology*. Vol 28 n°1 : 17-37
16. **Doukpolo, (2014).** *Changements climatiques et productions agricoles dans l'Ouest de la République Centrafricaine*, mémoire de Doctorat en Géographie et Géosciences de l'Environnement (Agro climatologie et Développement), Université d'Abomey-Calavi, 338p.
17. **Dugué, J. (2012).** Caractérisation des stratégies d'adaptation au changement climatique en agriculture paysanne, 50p.
18. **Durant, (2013).** *Ecophysiologie et adaptation des plantes fourragères en rapport avec le changement climatique : Analyse des contraintes subies par les plantes fourragères*. 128p
19. **ECOWAS et SWAC. (2008).** *Atlas on regional integration in West Africa: climate and climate change*, Editions ECOWAS, Abuja. 48p.
20. **FAO. (1997).** *Changement du climat et production agricole*. Polytechnica, Rome, 375 p.
21. **FAO. (2007).** *Situation mondiale de l'agriculture et de l'alimentation dans le monde, enseignements des 50 dernières années*, Rome, 312 p.
22. **Feddes, D., Zaradny, H. (1978).** Model for simulating soil water content considering evapotranspiration – comments, 47p.
23. **Fluet, M-J. (2006).** *Impacts des changements climatiques sur les agricultures de la province du Zondoma au Burkina Fasso : adaptation savoir et vulnérabilité*. Mémoire présenté comme exigence partielle de la maîtrise en science de l'environnement, Université du QUEBEC à MONTREAL, 143p.
24. **Fomekong F., Ngonu G., 2011.** *Changements climatiques, production agricole et effets sur la population au Cameroun*. Institut National de la Statistique, Cameroun, 4p.

25. **Freteaud, J., Poss, R., et Sragon. (1990).** *Ajustement d'un modèle de bilan hydrique à des mesures tensio-neutroniques in situ sous la culture du maïs.* 102p
26. **GIEC. (2001).** *Bilan 2001 des changements climatiques : les éléments scientifiques.* OMM, PNUE. Cambridge University Press.,90p.
27. **GIEC. (2007).** *Bilan 2007 des changements climatiques.* Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Équipe de rédaction principale, Pachauri, R.K. et Reisinger, A. GIEC, Genève, Suisse, 104p.
28. **GIEC. (2014).** *Changements climatiques, Incidences, adaptation et vulnérabilité.* Résumé à l'intention des décideurs, GIEC, Genève, p. 5.
29. **GIZ. (2015).** *Progress report an sustainability.* 21p.
30. **Gouataine, S. R. (2018).** *Effets des variabilités pluviométriques sur les systèmes de cultures et adaptations des agriculteurs dans la plaine du Mayo-kebbi (sud-ouest du Tchad).* Géographie. Université de Maroua, 2018. 80p.
31. **Grawitz, M. (1993).** *Méthodes des sciences sociales,* Paris, Dalloz, 9e édition, 870 p.
32. **Gyampoh, B., Amisah, S., Idinoba, M et Nkem. (2009).** Using traditional knowledge to cope with climate change in rural Ghana, Unasyuva 231/232, Fao, vol.60 : pp. 70-74.
33. **IPCC. (2007).** *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability.* 4 Report of IPCC Working Group II, IPCC, Geneva, [en ligne]: <http://www.ipcc.ch>.
34. **Issa, S. (2012).** *Changements climatiques et agrosystèmes au Bénin central : Impacts et stratégies d'adaptation.* Thèse de doctorat unique de Géographie, université d'Abomey-Calavi, Laboratoire Pierre PAGNEY Climat, Eau, Ecosystèmes et Développement (LACEEDE), 273 p
35. **Jagoret p, et Nyassé S, (2003).** *Intensification raisonnée du verger de cacaoyer Camerounais par l'identification des systèmes de productions compétitifs et durables.* Rapport annuel scientifique et technique 2003 IRAD/ CIRAD, projet Mise au point de système cacao culture compétitif et durable en Afrique FSP 2000- 137p
36. **Dolle, J-M. (1974).** *Pour comprendre Piaget.* 227P
37. **Kokou., Edoh, A., et Ngo, L. (2014).** *Production et transformation du cacao.* 43p
38. **Kwesseu, J. (2010).** *Analyse qualitative et quantitative des systèmes de cacaoculture dans la région du Centre, Cameroun.* 104 p.

- 39. Lecaillon, J. et Morrisson. (1984).** *Politiques macroéconomiques et performances agricoles : le cas de la Haute-Volta*. Organisation de coopération et de développement économique. rap. mult. 145 p.
- 40. Lesourd, J. L. (2003).** Cultures vivrières et cultures commerciales en Afrique occidentale : la fin d'un dualisme ? In « *L'Afrique. Vulnérabilité et défis* », Lesourd M. (coord.) Collection Questions de géographie, Nante (France), Edition du Temps, 447p.
- 41. Loth. (2004).** *The return of the water: Restoring the Waza Logone floodplain in northern Cameroon*, UICN, Cambridge.80p.
- 42. Magan, A. (2009).** Proposition d'une trame de recherche pour appréhender la capacité d'adaptation au changement climatique. *Vertigo*, 9 (3): 8-10pp.
- 43. Mainam, (2002).** *Inondation et propriété du sol de la plaine du Logone*, Rapport Séminaire Plan Directeur de Recherche pour la plaine du Logone (Nord Cameroun), CEDC, Maroua. 58p.
- 44. Mberebe, D. (2023).** *Vulnérabilité et adaptation de la production du sorgho et du maïs à la variabilité climatique dans l'arrondissement de Kousseri (Extrême-Nord)*. Mémoire de Master en géographie, Université de Yaoundé I, 185p.
- 45. Mémento de l'agronome. (2002).** CIRAD, Version numérique. 180p.
- 46. MINEPIA, (2013).** *Rapport final de l'étude de faisabilité d'un programme à la sécurité et la gestion intégrée des ressources agropastorales du Nord-Cameroun*. 18p.
- 47. MINAGRI/ Division des études et projets agricole, (1999).** Programme sectoriel café et cacao. MINAGRI, 37p.
- 48. MINADER. (2018).** *Manuel technique et pédagogique pour la production du cacao au Cameroun*. 111p.
- 49. MINADER. (2023).** *Calendrier agricole dans les zones forestières à pluviométrie monomodale, bimodale et la zone des hauts plateaux*. 23p.
- 50. Ministère du Développement Rural Direction et de l'Environnement de la Mauritanie. (2004).** *Programme d'Action National d'Adaptation aux changements climatiques : Nouakchott* ; 13-54pp.
- 51. Moron, (1994).** *Variabilité des précipitations en Afrique au Nord de l'équateur (1933-990) et relation avec les températures de surface océanique et dynamique de l'atmosphère*. Thèse de Doctorat, Bourgogne, 219 p.
- 52. Moustier, (1999).** *Développement de l'agriculture urbaine en Afrique*. 176p.

- 53. Ndoye, O. et Eyebe A. (1999).** NTFP Markets in Central Africa : The Role of Research for a Balance between Welfare Improvement and Forest Conservation. In : Sunderland, T.C.H., Clark, L. & Vantomme (eds). *The NWFP of Centra Africa : Current research issues and prospects for conservation and development*. FAO, Rome. 345p
- 54. Niang. (2009).** Le changement climatique et ses impacts : les prévisions au niveau mondial. In : *IEPF (eds.). Adaptation au changement climatique*. Liaison Energie-Francophonie, 85 : 13 – 19p.
- 55. Odou, Y. et Abossolo, A. (2022).** *Ambiance climatique dans la commune de Zoetélé*. 23p.
- 56. Ogouwalé. (2006).** *Changements climatiques dans le Bénin méridional et central : Indicateurs, scénarios et prospective de la sécurité alimentaire*. Thèse de Doctorat, Université d'Abomey-Calavi, Cotonou, Bénin, 302 p.
- 57. Oijen et Kemdo, (1985).** *Les yaéré relevés : une description phytoécologique de la végétation de la plaine d'inondation du Logone*, Nord-Cameroun, Centre des Etudes de l'Environnement au Cameroun (CEDC), CEDC, Leiden. 40p.
- 58. Olivry, (1983).** Le point en 1982 sur la sécheresse en Sénégal et aux îles du Cap-Vert : Examen de quelques séries de longue durée (débit et précipitation). *cah.ORSTOM.série Hydrol.*, 20, 1, p.47-49.
- 59. ONACC. (2019).** *Pluviométrie et températures dans la région du Centre Cameroun : Analyse de l'évolution de 1950 A 2015 et projection jusqu'à l'horizon 2090*. 132p.
- 60. Oxfam. (2010).** *La faim au sahel : une urgence permanente ? tout faire pour que la prochaine sécheresse ne cause pas une nouvelle crise humaine*. pp 2-3.
- 61. PCD. (2013).** *Plan Communal de Développement de l'arrondissement de Ntui*. 143 p.
- 62. Penot, R., Valentin, F., et Flodrops, P. (2002).** *Trajectoire d'innovation en agriculture de conservation au Lac Alatra à Madagascar*. 27p.
- 63. PNUD. (2008).** *Rapport mondial sur le développement humain 2007-2008, la lutte contre le changement climatique : un impératif de solidarité humaine dans un monde divisé*, New York, PNUD.391 p.
- 64. Ristanovic, (2001).** Le Maïs : 44 -70 In : Raemakers, R.H. : *Agriculture en Afrique tropicale*. DGCI, Ministère des affaires Etrangère et de la coopération Extérieure, Bruxelles : 1634 p.

- 65. Salack, S., Traoré B. S., et Sarr B. (2006).** *Synthèse sur la collecte, la mise en forme et le stockage des données climatologiques des pays du CILSS, et Etude d'impacts des changements climatiques sur la production agricole au Sahel.* Rapport de stage, Centre Régional AGRHYMET, 95 p.
- 66. Sanou, K., Amadou, S., Adjegan, K. et Tsatsu, K. (2018).** Adaptation des producteurs agricole aux changements climatiques au nord Togo. *Agronomie Africaine* 30 (1), 87 – 97 pp.
- 67. Sarr, B. et Lona, I. (2007).** *Les fortes pluies et les inondations enregistrées au Sahel au cours de l'hivernage 2007 : variabilité et / ou changement climatique.* 14^{ème} Colloque International, SIFEE « Changement climatique et évaluation Environnementale » Outils et enjeux pour l'évaluation des impacts et l'élaboration des plans d'adaptation, Niamey 26-29 mai. 29 p.
- 68. Sighomnou, (2002).** *Hydrodynamique et évolution récente des inondations de la plaine du Logone-Extrême (Nord-Cameroun),* Rapport Séminaire Plan Directeur de Recherche pour la plaine du Logone, Nord Cameroun, CEDC, Maroua. 168p.
- 69. Smith et Wdel, (2006).** Adaptation, adaptative capacity and vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3) p.282-293.
- 70. Sousouna, J. F. et Guyomard, H. (2012).** *L'agriculture faces aux aléas : de la variabilité du climat à la volatilité des prix.* s.l. 24 p.
- 71. Tchindjang, M., Abossolo, A. et Amougou, J. (2017).** *Perturbations climatiques et pratiques agricoles dans les zones agroécologiques du Cameroun : changement socio-économiques et problématiques d'adaptation au bouleversement climatique.* 254p
- 72. Tsalefac, M., Feumba, R. A., Kana, C., Ngappue, J. N., Chetima, B., Kuhn, D., Tchindjang, M., Fantong, W. et Nguemadji Moussa, J. M. (2015).** *Plan National d'Adaptation au Changement Climatique du Cameroun (PNACC).* 154p.
- 73. Vissin. (2001).** *Contribution à l'étude de la variabilité des précipitations et des écoulements dans le bassin béninois du fleuve Niger.* Mémoire de DEA en Climatologie, CRC Dijon, Université de Bourgogne, 52 p.
- 74. Yves le bissonnais, et Christine le souder. (1995).** *Mesurer la stabilité structurale des sols pour évaluer leur sensibilité à la battance et à l'érosion.* 53p.

- 75. Zhao, Y., Wang, C. et Wang. (2005).** *Impacts of present and future climate variability on agriculture and forestry in the sub-humid and humid tropics.* *Climate Change*, 70, p.71-116.
- 76. GIEC. (2008).** IPCC Fourth Assessment Report : Climate Change 2007.
- 77. Folke, C., Carpenter, S. R., Walker, B., Sheffer, M., Chapin, T. et Rokstrom, J. (2010).** Resilient thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. *Ecology and Society* 15(4), 20p.

ANNEXES

ANNEXE 1 :**FICHE D'ENQUETE N°1 (PRODUCTEURS)**

Bonjour Madame, Monsieur. Dans le cadre de nos travaux de recherche de MASTER 2 à l'Université de Yaoundé 1, nous menons une enquête dans le cadre des effets de variabilités climatiques sur la production agricole dans l'arrondissement de Ntui (Centre). Nous vous serons reconnaissants de nous consacrer un peu de votre temps pour répondre à ce questionnaire. Il ne vous prendra que quelques minutes. Les réponses seront traitées de manière anonyme.

I. Identification

Nom et prénom :

Age :

Village :

Niveau d'instruction : a) primaire b) secondaire c) universitaire d) aucun (analphabète)

II. Présentation de la dynamique du climat

1. Quels sont les problèmes que faites-vous face à la pratique de l'agriculture ?

.....

.....

2. Avez-vous constaté une réduction des pluies ? oui ou non ? si oui depuis quelle période ?

0 à 5 ans	5 à 10 ans	10 à 15 ans	15 à 20 ans	20 à 25 ans	25 à 30 ans	30 ans et +

3. Avez-vous constaté une augmentation des températures ? oui ou non ? si oui, depuis quelle période ?

0 à 5 ans	5 à 10 ans	10 à 15 ans	15 à 20 ans	20 à 25 ans	25 à 30 ans	30 ans et +

4. Quel est l'indice des variabilités climatiques qui menace plus l'agriculture dans votre village ? Répondez par ordre en utilisant les chiffres 1, 2, 3, 4 et 5.

Sécheresse	Inondation	Erosion	Pluies violentes	Températures élevées	Vents violents

5. Ces phénomènes climatiques ont augmenté dans votre localité au cours de quelle période ?

0 à 5 ans	5 à 10 ans	10 à 15 ans	15 à 20 ans	20 à 25 ans	25 à 30 ans	30 ans et +

III. Effets de la variabilité climatique sur la production du cacao et du maïs

a. Etat des lieux de l'agriculture

1. Quels sont le type de culture que vous pratiquez plus ?

Maïs	Manioc	Arachide	Cacao	Igname	Macabo	Riz

2. Quels sont les produits alimentaires consommés dans votre village ?

Maïs	Manioc	Arachide	igname	plantain	macabo	cacao

3. Quelle est la superficie des terres cultivées par habitant dans la localité ?

	-1ha	1 à 2 ha	2 à 4 ha	4 à 6 ha	6 à 8ha	8 à 10 ha	10 ha et +
Maïs							
Manioc							
Arachide							
cacao							
igname							
Patate							

4. Les saisons agricoles se déroulent-elles de la même façon qu'auparavant ? Oui Non

Tardives

Normales

Précoces

Pourquoi ?.....
.....

5. Quels sont les instruments agricoles que vous utilisés ?

Machette	Houe	Plautoir			Autres (citer)

6. L'Etat vous vient-il en aide ? Oui Non

Si oui, en quoi faisant

?.....

7. Quels sont les types de semences qu'utilisez-vous ? Traditionnelles Améliorées

D'où viennent-

elles ?.....

8. Quelle est leur production par hectare ?

0 à 1 tonne	1 à 2 tonnes	2 à 3 tonnes

9. Quelles sont les techniques de cultures que vous utilisez ?

Semi échelonné	Rotation	Culture sur brûlis	Jachère

b. Effets des perturbations climatiques sur les cultures (répondre par OUI ou NON)

10. Quels sont les effets de la variabilité climatique sur les cultures ?

Flétrissement et assèchement des cultures	Baisse des rendements	Apparition des maladies de culture	Destruction des cultures par les l'érosion, vents violents	Destruction des cultures par les animaux sauvages ou domestiques	Destruction des cultures par les chenilles défoliatrices	Prolifération des oiseaux granivores	Envahissement des champs par les mauvaises herbes	Autres effets

15. Quelles sont les cultures les plus sensibles aux aléas climatiques ?

Maïs	Manioc	Arachide	Cacao	Ignames	Macabo		Autres

16. Quel est le facteur qui a le plus d'effet sur la production agricole ?

Précipitations	Températures	Sols agricoles	Cours d'eaux	Autres

17. Quelle est l'évolution de productions agricoles au cours des dix dernières années ?

Baisse	Stable	Evolution

18. Quelle est la principale cause des variations de la production agricole ?

Climat	Choix des variétés	Variation des superficies cultivées	Changement de système de culture	Faiblesse des prix des produits agricoles	Autres

IV. Mesures d'adaptation

1. Quelles sont les mesures que vous prenez pour faire face aux variabilités climatiques ?

Effets des changements climatiques sur les cultures	Stratégies d'adaptation adoptées par les agriculteurs	Oui ou Non
Flétrissement et assèchement des cultures	Usage de l'irrigation ;	
	Usages des variétés résistantes aux sécheresses ;	
	Diversification des cultures ;	
	Usage des variétés à cycle court ;	
	Resémis.	
Baisse des rendements	Usage de l'irrigation ;	
	Usage des engrais chimiques ou organiques ;	
	Diversification des activités génératrices de revenus ;	
	Réception de l'aide alimentaire ;	
	Diversification des cultures.	
Apparition des maladies de culture	Usages des produits chimiques ;	
	Traitement des semences ;	
	Utilisation des semences améliorées ;	
	Aucune idée (rien).	
Destruction des cultures par les termites, les chenilles, etc	Usages des produits chimiques ;	
	Traitement des semences ;	
	Rien.	
	Surveillance/suivi instantané des plantations	

Destruction des cultures par les animaux sauvages ou domestiques	Usage des haies vives ou mortes ;	
	Réception de l'aide alimentaire ;	
	Rien.	
Destruction des cultures par l'érosion et les vents violents	Canalisation des eaux	
	Usage des haies vives ou mortes ;	
	Rien.	
Prolifération des oiseaux granivores	Usages des variétés non appréciées par les oiseaux ;	
	Pulvérisation des parcelles ;	
	Surveillance ;	
	Usage des objets et masques de dissuasion.	
Autres effets (citez les)	-	
	-	
	-	

4. Pensez-vous qu'il y a d'autres mesures d'adaptation aux variabilités climatiques que vous êtes actuellement incapables de suivre par manque de moyens ?

Mesures d'adaptation	Facteurs empêchant leur mise en œuvre

ANNEXE 2 :**FICHE D'ENQUETE N°2 (Cadre de l'Etat, ONG, Société Civile)**

Bonjour Madame, Monsieur. Dans le cadre de nos travaux de recherche de MASTER 2 à l'Université de Yaoundé 1, nous menons une enquête dans le cadre des effets de la variabilité climatique sur la production du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui. Nous vous serons reconnaissants de nous consacrer un peu de votre temps pour répondre à ce questionnaire. Il ne vous prendra que quelques minutes. Les réponses seront traitées de manière anonyme.

Identification**Nom de l'enquêté :****Profession :****Age :****Village :**

1. Quelles sont selon vous les causes de la baisse de la production agricole dans l'arrondissement de Ntui ?.....

.....

.....

.....

2. Cette baisse est-elle liée essentiellement aux perturbations climatiques ?.....

.....

.....

.....

3. Connaissez-vous d'autres facteurs non climatiques de la baisse de la production agricole ?.....

.....

.....

.....

4. Quelles sont les stratégies institutionnelles élaborées pour anticiper les incidences des déficits de rendements agricoles ?.....

.....

.....

.....

5. Comment arrivez-vous à prévoir la mauvaise récolte et les déficits de rendements agricoles ?.....

.....

.....

.....

6. Quels sont les projets exécutés, en cours d'exécution ou à exécuter et dont l'objectif est de réduire les impacts des variabilités climatiques sur l'agriculture à Kousséri ?.....

.....

.....

.....

7. Quels sont les impacts potentiels des variabilités climatiques sur la production agricole dans l'arrondissement de Ntui?.....

.....

.....

.....

8. Prenez-vous des décisions qui soient en rapport avec l'évolution du climat pour la préparation et le suivi de la campagne agricole ? Oui Parfois Non

Si oui, quelles sont ses décisions ?.....

.....

.....

.....

9. Quelles sont les stratégies envisagées et que vous conseillez déjà aux populations pour parer aux effets négatifs potentiels de la variabilité climatiques sur la production agricole ?.....

.....

.....

.....

10. Quelles sont les mesures que vous avez déjà prises pour faire face à la baisse de la production agricole lors des sécheresses et inondations connues ?

Mesures prises

Contraintes liées à la mesure

11. Quelles mesures peut-on prendre pour garantir la réussite d'une campagne agricole et réaliser une bonne production agricole si les sécheresses et les inondations venaient de se répéter et quelles en sont les contraintes ?

Mesures envisageables	Contraintes liées à la mesure

12. Pourriez-vous nous faire un commentaire sur les conséquences de la variabilité climatique sur la production agricole dans l'arrondissement de Ntui ?.....

.....

.....

.....

TABLE DES MATIERES

DEDICACE.....	i
REMERCIEMENTS	ii
RESUME.....	iii
ABSTRACT	iv
SOMMAIRE	v
LISTE DES FIGURES	vi
LISTE DES PHOTOS	vii
LISTE DES PLANCHES	viii
LISTE DES TABLEAUX.....	ix
ABREVIATIONS, ACRONYMES ET SIGLES.....	x
INTRODUCTION GENERALE.....	1
1. Contexte général et justification du choix du sujet	1
1.1 Contexte général	1
1.2 Justification du choix du sujet	2
2. Délimitations de l'étude	2
2.1 Délimitation thématique	2
2.2 . Délimitation spatiale de la zone d'étude.....	2
3. Intérêt de l'étude.....	4
3.1 Intérêt scientifique	4
3.2 . Intérêt environnemental	4
3.3 . Intérêt pratique.....	4
4. Problématique et questions de recherche	4
4.1 . Problématique	4
4.2 . Questions de recherche	6
4.2.1. Question principale.....	6
4.2.2. Questions spécifiques	6
5. Contexte scientifique.....	6
5.1 . Variabilité climatique	6
5.2 . Activité agricole sous l'influence de la variabilité climatique	8
5.3 . Stratégies et mesures d'adaptation par les acteurs de l'agriculture	9
6. Cadre théorique et conceptuel	10

6.1. Cadre théorique.....	10
6.1.1. Théorie de la diffusion des innovations de Everett Mitchell Rogers (1960).....	10
6.1.2. La systémique	11
6.1.3. La théorie du rapport entre le climat et les plantes cultivées de Dancette (1983).....	11
6.2. Cadre conceptuel	12
6.2.1. Adaptation	12
6.2.2. Résilience	13
6.2.3. Impacts	13
6.2.4. Variabilité climatique	13
6.2.5. Production agricole.....	14
6.2.6. Le Cacao	14
6.2.6.1. Description du cacao	14
6.2.6.2. Ecologie du cacao.....	15
6.2.6.3. Productivité du cacao au niveau national	16
6.2.7. Maïs	17
6.2.7.1. Description du maïs.....	17
6.2.7.2. Ecologie du maïs	18
6.2.7.3. Productivité du maïs au niveau national	18
6.3. Opérationnalisation.....	19
7- Objectifs	21
7.1. Objectif principal.....	21
7.2. Objectifs spécifiques	21
8. Hypothèses.....	21
8.1. Hypothèse principale	21
8.2. Hypothèses spécifiques.....	21
9. Méthodologie.....	22
9.1. Outils de collecte des données.....	22
9.2. Collecte des données	22
9.2.1. Collecte des données primaires	22
9.3. Méthodes utilisées	23
9.3.1. Observation directe.....	23
9.3.2. Entretien	23
9.3.3. Enquête par questionnaire	23

9.3.3.1. Elaboration du questionnaire	23
9.3.3.2. Choix des sites	24
9.3.3.3. Choix de l'échantillon	24
Source : Enquête de terrain, 2023.....	25
9.4. Collecte des données secondaires.....	25
9.5. Méthodes de traitement et d'analyse des données.....	25
9.5.1. Traitement des données	25
9.5.1.1 Données quantitatives.....	25
9.5.1.2 Données qualitatives.....	26
9.5.2. Analyse des données.....	26
10. Démarche de l'étude : Modèle Pression- Etat- Réponse (PER)	33
11. Difficultés rencontrées.....	34
12. PLAN DE REDACTION	35
PREMIERE PARTIE : FACTEURS DE LA PRODUCTION DU CACAO ET DU MAÏS ET DYNAMIQUE DU CLIMAT DANS L'ARRONDISSEMENT DE NTUI	36
CHAPITRE I : FACTEURS PHYSIQUES ET SOCIOECONOMIQUES DE LA PRODUCTION DU CACAO ET DU MAÏS DANS L'ARRONDISSEMENT DE NTUI.....	37
Introduction	37
I. Le milieu physique	37
1. Le relief et types de sols	37
2- Végétation	40
3- Hydrographie.....	41
II – Caractéristiques socioéconomiques de l'arrondissement de Ntui	42
1. Population.....	42
1.1. Structure de la population.....	43
1.2. Structure de la population par âge	44
1.3. Niveau d'instruction des cultivateurs	44
1.4. Habitudes alimentaires	45
2. Cultures du cacao et du maïs.....	47
2.1. Techniques culturales	51
Conclusion	53
CHAPITRE II : DYNAMIQUE DU CLIMAT DANS L'ARRONDISSEMENT DE NTUI..	54
Introduction	54

1- Caractérisation et détermination du climat dans l'arrondissement de Ntui	54
1-1 Caractérisation du climat	54
1.2. Détermination du climat dans l'arrondissement de Ntui selon l'indice de De Martonne.....	55
2. Evolution des précipitations et des températures dans l'arrondissement de Ntui	56
2.1. Evolution des précipitations dans l'arrondissement de Ntui de 1982 à 2021.....	56
2.1.1. Précipitations moyennes mensuelles dans l'arrondissement de Ntui entre 1982 et 2021	57
2.1.1.1. Evolution mensuelle annuelle de la pluviométrie dans l'arrondissement de Ntui .	57
2.1.1.2. Identification des mois secs (saison sèche) selon l'indice de Gaussen	60
2.1.2. Variations pluviométriques interannuelle dans l'arrondissement de Ntui de 1982 à 2021	61
2.1.2.1. Variations moyennes annuelles des précipitations de 1982 à 2021	61
Il ressort de la figure 14 que les précipitations ont une tendance à la baisse au cours de la période d'étude (1982-2021) avec une moyenne générale de 132,3 mm.....	61
2.1.2.2. Analyse de la variabilité de la pluviométrie d'après le SPI	62
2.1.2.3. Indice de pluviosité dans l'arrondissement de Ntui	63
2.1.2.4. Valeurs pluviométriques décennales	63
2.1.2.5. Détermination des années excédentaires ou humides selon les écarts à la moyenne	65
2.1.2.6. Détermination des années déficitaires ou sèches selon les écarts à la moyenne	66
2.2. Evolution des températures dans l'arrondissement de Ntui	66
2.2.1. Evolution mensuelle des températures	66
2.2.2. Variation mensuelle annuelle des températures dans l'arrondissement de Ntui	67
2.2.3. Variation annuelle des températures de 1982 à 2021	71
2.2.4. Tendance des températures moyennes annuelles décennales de 1982-2021.....	72
3. Problèmes liés à la dynamique du climat et les risques climatiques observés par la population locale.....	73
3.1. Problèmes liés à la dynamique du climat	73
3.1.1. Risques climatiques observés dans l'arrondissement de Ntui	73
3.1.1.1 Températures extrêmes.....	74
3.1.1.2. Démarrage tardif des pluies	74
3.1.1.3 Raccourcissement de la saison pluvieuse	74

3.1.1.4. Sécheresses	74
3.1.1.5 Inondations	74
3.1.1.6. Vents violents	75
PARTIE II : IMPACTS DE LA VARIABILITE CLIMATIQUE SUR LA PRODUCTION AGRICOLE ET LES STRATEGIES D'ADAPTATION	77
CHAPITRE III : IMPACTS DE LA VARIABILITE CLIMATIQUE SUR LA PRODUCTION DU CACAO ET DU MAÏS DANS L'ARRONDISSEMENT DE NTUI.....	78
Introduction	78
1. Etude des impacts de la variabilité climatique sur la production du cacao et du maïs .	78
1.1. Perception des cultivateurs des impacts de la variabilité climatique sur la production du cacao et du maïs.....	78
1.1.2. Perception des cultivateurs des incidences de la variabilité climatique sur les sols agricoles	82
1.1.3. Perception des cultivateurs des impacts de la variabilité du climat sur les eaux agricoles.....	84
1.2. Matrice des impacts des extrêmes météorologiques sur les variables affectées.....	85
1.3. Influence des précipitations et des températures sur la production du cacao et du maïs	89
1.3.1. Influence des précipitations et des températures sur la production du cacao	89
1.3.1.1. Influence des précipitations sur la production du cacao.....	89
1.3.1.2. Influence des températures sur la production du cacao	90
1.3.2. Influence des températures et des précipitations sur la production du maïs	91
1.3.2.1. Influence des précipitations sur la production du maïs	91
1.3.2.2. Influence des températures sur la production du maïs	92
1.4. Rendements du cacao et du maïs dans l'arrondissement de Ntui.....	93
1.5. Test de corrélation entre les différentes variables agro climatiques.....	93
Conclusion.....	95
CHAPITRE 4 : PERCEPTION DES PRODUCTEURS ET STRATEGIES D'ADAPTATION A LA VARIABILITE CLIMATIQUE	96
Introduction	96
1. Perception des cultivateurs de la variabilité climatique	96
2. Identification des stratégies d'adaptation.....	97
2.1. Stratégies d'adaptation endogènes.....	97
2.1.1. Stratégies d'adaptation contre les inondations.....	97

2.1.2. Stratégies d'adaptation contre les températures extrêmes.....	99
2.1.3. Stratégies d'adaptation contre démarrage tardif des pluies.....	101
2.1.4. Stratégies d'adaptation contre les sécheresses.....	106
2.1.5. Stratégies d'adaptation contre les vents violents.....	108
2.2. Stratégies exogènes d'adaptation.....	108
3. Interrelation entre perceptions, savoirs locaux et stratégies d'adaptation.....	109
3.1. Interrelation entre perceptions et savoirs locaux.....	109
3.2. Interrelation entre perceptions, savoirs locaux et stratégies d'adaptation.....	111
4. Suggestions.....	112
Conclusion.....	113
CONCLUSION GENERALE.....	114
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	114
ANNEXES.....	cxiv
TABLE DES MATIERES.....	cxiv
TABLE DES MATIERES.....	cxiv